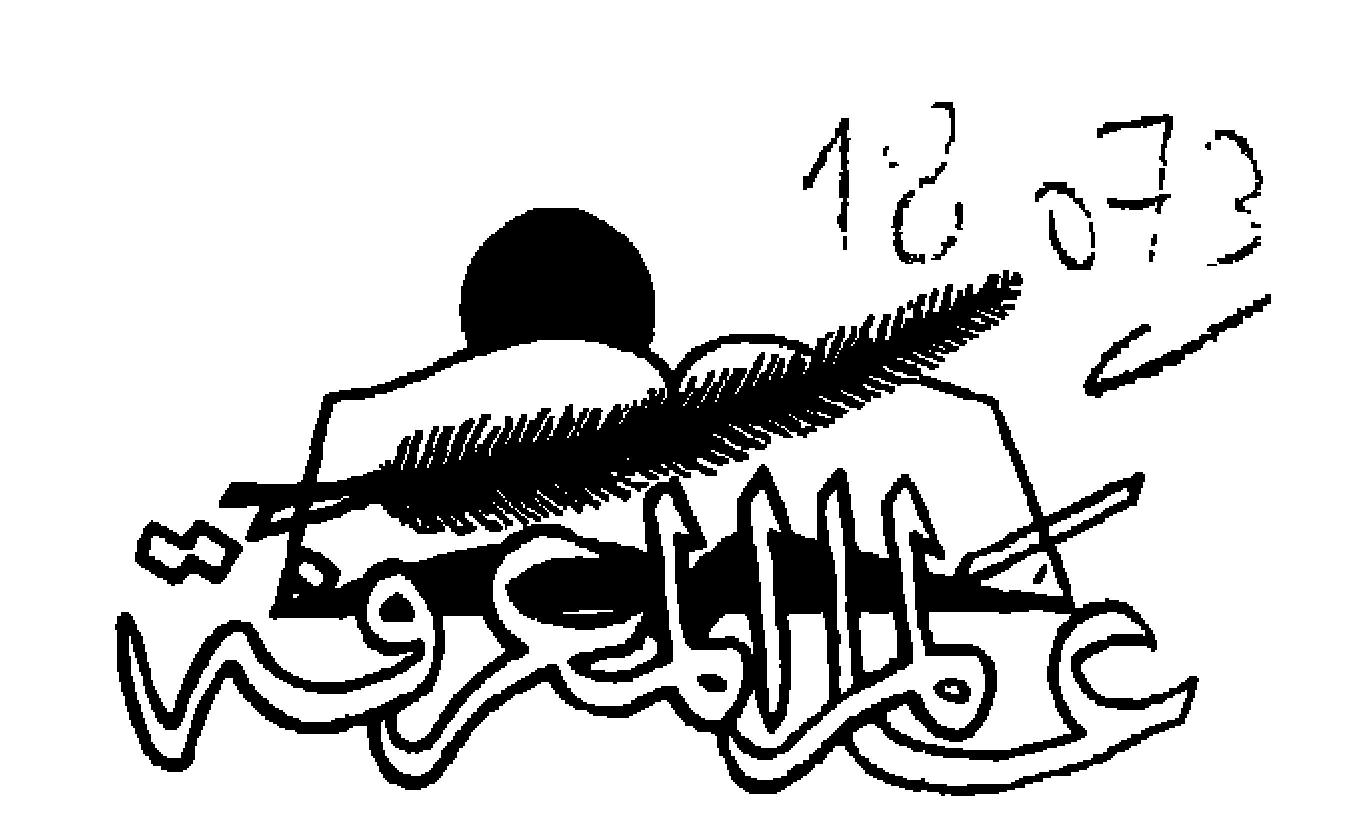


١٧٨

الكَـــون

تأليف : د. كارل ساغان
ترجمة : نافع أيوب لبّس
مراجعة : محمد كامل عارف

ة شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ الكويت



سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت

الكَــون

تأليف: د. كارل ساغان
ترجمة: نافع أيوب لبّس
مراجعة: محمد كامل عارف

١٧٨ - ربيع الآخر ١٤١٤ هـ - أكتوبر/ تشرين أول ١٩٩٣ م

المراسلات:
توجه باسم السيد الأمين العام للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب
فاكس: ٤٨٧٣٦٩٤ ، ص. ب: ٢٣٩٩٦ - الصفاة - الكويت 13100

العنوان الأصلي للكتاب:

Cosmos

The Story Of Cosmic evolution, Science
And Civilisation.
by
Carl Sagan

First Edition, London, 1981
Last Edition, 1991



المحتـــــوى

	رقم الصفحة
ماذا قيل عن كتاب الكون؟	٧
مقدمـــــة	١١
الفصـــــل الأول: شـواطئ المحيط الكـوني	٢١
الفصـــل الثـــاني: صوت واحـد في الترنيمة الكـونية	٣٧
الفصل الثـالث: الجنـة والجحيم	٦٣
الفصـل الرابـع: أغانٍ حزينة للكوكب الأحمر	٩٧
الفصـل الخامس: قصص المسافرين	١٣٧
الفصـل السادس: السفر في المكان والزمان	١٦٧
الفصل الســابع: حيـاة النجـوم	١٨٩
الفصـــل الثامن: حافة الأبـدية	٢١٩
الفصـل التاســع: موسوعـة المجرات......................	٢٤٧
الفصـل العاشـر: من يتكلم باسم الأرض؟	٢٧٥

ماذا قيل عن كتاب «الكون»؟

علقت مجلـة «ذي كريستيان سيـانس» (The Christian Science) على هـذا الكتاب بقولها:

«شهـد العالم ذلك المسلسل التلفـزيـوني غير العادي الـذي بثته معظم محطـات الإرسـال التلفـزيـونيـة العـامـة وأثـار اهتمام عشرات الملايين من المشـاهـدين ليس بأعاجيب الفضـاء فحسب، بل بإدراك وفهم أعمق المسائل العلمية المتعلقـة بطبيعة العالم، وأصله وبـالحياة والجنس البشري. وليس كتاب «الكون» لكـارل ساغان مجرد نص مكتوب للمسلسل التلفـزيوني، بل هو قصة كاملـة تعبر في أغلبها، وبتسلسل زمني دقيق، عن الجهود البشرية الكبيرة في الانجـاز العلمي. ويعطي هذا الكتاب، القارىء فـرصة اكتشاف العالم في العمق.. ويجعـل من كتابات هـ.ج ويلـز وجول فيرن مجرد كلام عادي ومبتذل.

وعلقت صحيفة «شيكاغو تربيون» (Chicago Tribune) **بمايلي:**

«لم تمض سـوى بضع سنـوات.. حتى أصبح سـاغـان «مستر علم»، أي ذلك الرجل المحترم على مستوى القاعدة الشعبية الواسعة القادر على الربط بين مادة الحياة وتاريخها من ناحيـة واتساع الكون والخلود من ناحية ثـانية، وهو يفعل ذلك بتناسق وحيوية يقنعانك - وإن مؤقتا على الأقل - بأن شيئا آخر لايمكن أن يكون أكثر اثارة أو أكثر أهمية».

وقالت «نيوز داي» (News Day)

«إن ساغان هو فلكي ينظر بعين إلى النجـوم، وبأخرى إلى التاريخ، وبثالثة هي عقله الى الطبيعة الإنسانية.. ونحن نعجب به كثيرا بسبب طموحه ومعرفته الواسعة وأحيانا بسبب روعة أسلوبه في الكتابة وغـالبا بسبب مايثير فينا من ذهول نحو عالمنا وأنفسنا».

أما صحيفة «ذي سان دييغو يونيون»(The San Diego Union) فقد قالت مايلي:

«عمل رائع في العلم الشعبي، ومشحون بجرعة غير عادية من الخيال والتصور»

وقالت مجلة «جون باركهام ريفيوز» (John Barkham Reviews)

«يعرف ساغان تماما كيف يثير خيال القارىء العادي ويستحوذ على اهتمامه من الصفحة الأولى حتى الصفحة الأخيرة.. وهذا هو الكتاب الذي يفتح أذهاننا ويأخذنا معه في أجمل الرحلات، وهو مكتوب بأسلوب رائع وموضح الى حد مدهش.

وعموما فحتى القارىء الذكي يجب أن يقرأ قصة ساغان عن الكون ويهتم بها، ويتعلم منها ويستوعبها بعمق»

وقالت « ذي أميركان راشناليست» (The American Rationalist)

«رائع .. وإن بحث ساغان هذا عن الإنسان في الطبيعة خال من الوهم والتشاؤم وهو تصور مفحم»

ولكن ماذا قيل عن مسلسل «الكون» التلفزيوني؟

قالت جامعة ولاية اوهايو الأميركية التي منحت الجائزة السنوية للتفوق التلفزيوني:

«شوهد المسلسل الذي استقطب أكبر عدد من المشاهدين في تاريخ العروض التلفزيونية العامة الأميركية، والمعروف بـ «الكون» من قبل أكثر من مئتي مليون إنسان في أكثر من ستين بلدا.

وربما يكون مسلسل «الكون» الإسهام الأكثر أصالة وتميزا بين البرامج التلفزيونية التي قدمت خلال السنوات الثلاث الماضية.. فهو متفوق في كل مستوياته، وهو

يوحي - بالإضافة إلى كونه يقدم المتعة والتعليم والأنباء والإثارة - بالاهتمام الكبير بوضوح الفكر والعلم . . وبالاحترام الاستثنائي لجمهور المشاهدين .

إن مسلسل «الكون» هو نصر للدكتور ساغان وللبرامج التلفزيونية العلمية، وللشعب الأميركي .

وقال رئيس تحرير صحيفة «واشنطن بوست» (Washington Post)

«ان مسلسل» الكون يفي بوعد أنصار التلفزيون الذين كانوا يقولون دائما : إنه يمكن استخدام الأساليب التقنية لإغناء معلومات المشاهدين دون ازعاجهم، وبتقديم المزيد من المرح والالعاب لهم . . وهو يعطيك مقياسا جديدا يمكنك أن تحكم بوساطته على سائر البرامج التلفزيونية .

وكذلك قال مانح جائزة جورج فوستر بيبودي للبرامج التلفزيونية المتفوقة مايلي :

«مثير للاهتمام والفضول والبهجة . . وهو - أي مسلسل «الكون» - يمثل نجاحا فوريا لأولئك الذين يتطلعون الى الجودة الحقيقية في التلفزيون» .

ويقول آخرون عن هذا الكتاب مايلي :

الناشر : هذا الكتاب هو الأكثر مبيعا في ١٢ بلدا . بيعت منه خمسة ملايين نسخة في ٨٠ دولة، وهو الأكثر مبيعاً أيضا بين كل الكتب العلمية التي نشرت حتى الآن باللغة الانكليزية، وبقي الكتاب الأكثر مبيعاً لمدة ٧٠ أسبوعا في لائحة الكتب الأكثر مبيعا في صحيفة «نيويورك تايمز» .

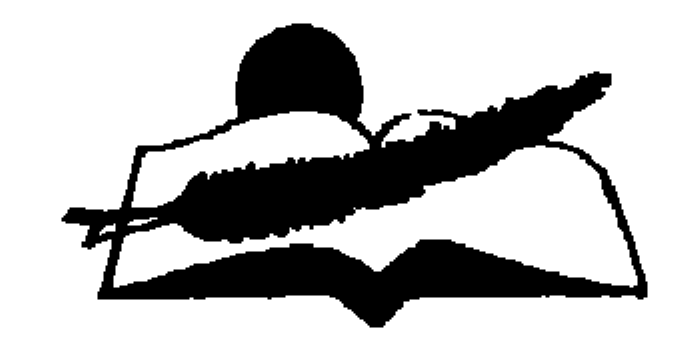
- قسم مراجعة الكتب في صحيفة «نيويورك تايمز» : كتاب جذاب واسع الخيال مشوق للقراءة ومتنوع .

- **صحيفة «ميامي هيرالد»** (Miami Herald) :

«مثير للإعجاب في مجالات ابحاثه وفي اقتراحاته وهو يدفعنا إلى الدهشة . . ونحن

نشك فيها اذا كـان أي إنسـان قـادرا على أن يفك نفسـه من بـراثن هـذا الكتـاب في اللحظة التي يقع فيها عليه، وبالتالي لايبقى له خيار سوى الاستسلام.

- المسؤول عن الرد على الشكاوي في كليفلاند: كتاب «الكون» هو اشبه مايكون بمنهج دراسي علمي في كلية ما، كان بودك أن تدرسه ولكنك لم تستطع ايجاد الأستاذ الـذي يمكنه أن يعلمك إيـاه، انـه رائع، فساغـان يكتب بأسلـوب جميل. . يتسم بالحماس والعاطفة ويكاد يلامس كل جوانب المعرفة الإنسانية، وهو كتاب رائع جدا في دقته وواقعيته.



مقـــدمــــة

كانت أغلب الأحداث الدنيوية في أحـاديث الناس وعاداتهم في الأزمنة القديمة مرتبطة بالأحداث الكونية الكبيرة، ولعل المثال المثير في هذا المجال هو التعويذ، ضد الدودة التي كان الآشوريون في عام ألف قبل الميلاد يرون فيها سبب الألم في الأسنان . تبدأ التعويذة من نشوء الكون وتختتم بعلاج ألم الأسنان .

فبعد أن خلق آنو (Anu) السماء ،

وخلقت السماء الأرض ،

وخلقت الأرض الأنهار،

وخلقت الأنهار الأقنية ،

وخلقت الأقنية ، المستنقعات ،

وخلقت المستنقعات الدودة ،

ذهبت الدودة باكية إلى شاماس ،

وانهالت دموعها أمام أيا قائلة :

«ماذا ستقدم إليّ من غذاء؟ ،

وماذا ستقدم إليّ من شراب»؟ .

«سأعطيك التين المجفف والمشمش» .

«ماذا تعني لي هذه الأشياء ،

التين المجفف والمشمش؟! ،

ارفعني ودعني أعش بين الأسنان وعلى اللثة! . .

لأنك كنت قد قلت : أيتها الدودة،

فليعضك «ايا» بقوة يده! ،

(تعويذة ضد ألم الأسنان)،

وعلاجك هو : الجعة من الدرجة الثانية . .

والزيت الذي تمزجينه معها ،

وتقرئين التعويذة ثلاث مرات،

ثم تضعين الدواء على الأسنان.

كان أسلافنا متشوقين إلى فهم العالم ولكنهم لم يعثروا على الطريقة وتخيلوه عالما صغيرا طريفا ومنسقا تتألف القوى القاهرة فيه من آلهة مثل آنوايا وشاماش. وفي هذا العالم أدى البشر دورا مهما ان لم يكن رئيسا وكانت معالجة ألم الأسنان بجعة من الدرجة الثانية مرتبطة بأعمق الأسرار الكونية.

أما الآن فقد اكتشفنا طريقة فعالة ورائعة لفهم العالم وهي العلم الذي كشف لنا عالما مغرقا في القدم وواسعا لدرجة بدت معها الشؤون الإنسانية للوهلة الأولى ذات أهمية قليلة، فقد ابتعدنا في نشأتنا عن الكون الذي بدأ بدوره بعيدا جدا وغير مرتبط باهتماماتنا اليومية، ولكن العلم اكتشف ان العالم لا يتسم فحسب بالعظمة المذهلة أو بإمكان فهم الإنسان له بل اكتشف أيضا أننا نشكل، بمعنى حقيقي عميق، جزءا من هذا الكون الذي ولدنا منه ويرتبط مصيرنا به بشكل عميق فأكبر الأحداث الإنسانية وأقلها أهمية هي ذات جذور مرتبطة بالعالم وكيفية نشوئه وهذا الكتاب مكرس لاكتشاف هذا الأفق الكوني.

كنت في صيف عام ١٩٧٦ وخريفه - بوصفي عضوا في فريق مركبة التصوير (فايكنغ) المعدة للذهاب إلى المريخ - قد انهمكت، مع مئة من زملائي العلميين في اكتشاف هذا الكوكب واستطعنا آنذاك لأول مرة في تاريخ الإنسان أن نرسي مركبتين فضائيتين على سطح عالم آخر. كانت النتائج التي ستوصف بتفصيل أكثر في الفصل

الخامس من هذا الكتاب رائعة، والأهمية التاريخية لهذه المهمة واضحة تماما. ومع ذلك لم يكن الرأي العام يعلم شيئا عن هذه الأحداث العظيمة، فالصحافة لم تعرها اهتماما كافيا وتجاهل التلفزيون المهمة كلها تقريبا. وعندما اتضح أنه لايوجد جواب حاسم عن وجود الحياة على المريخ تضاءل الاهتمام أكثر، اذ لم يكن هناك تقبل كاف للغموض وعندما وجدنا أن سماء المريخ تميل إلى اللون الأصفر الوردي خلافا لما أعلن سابقا عن لونه الأزرق هللت جوقة مرحة من الصحفيين المجتمعين الذين ارادوا أن يكون المريخ حتي في هذا المجال مشابها للأرض، واعتقد هؤلاء أن قراءهم سيكونون أقل اهتماما اذا ماعرفوا أن المريخ أقل شبها بالأرض. وبرغم ذلك فان المناظر الطبيعية في المريخ كانت مذهلة. وكان افقه ساحرا، وكنت متأكدا في ضوء خبرتي الشخصية من أن هناك اهتماما عالميا كبيرا باكتشاف الكواكب. وبالكثير من المواضيع العلمية المشابهة، كأصل الحياة والأرض والكون والبحث عن كائنات عاقلة خارج كرتنا الأرضية وروابطنا بالكون وكنت متأكدا أيضا أن هذا الاهتمام يمكن أن يثار بقوة عبر تلك الوسيلة الأكثر فعالية من بين وسائل الإعلام، وأعني بها التلفزيون.

كان يشاطرني هذا الشعور رجل يتمتع بقدرات تنظيمية غير عادية، هو ب. جنتري لي (B.Gentry Lee) مدير تخطيط المهام وتحليل معطيات مركبة فايكينغ الفضائية وقررنا نحن الاثنان بجرأة أن نفعل شيئا ما بشأن هذه المشكلة. فاقترح «لي» أن نكوّن شركة انتاج تكرس جهودها لنقل العلم إلى الناس بطرقة مشوقة وسهلة وفي الأشهر القليلة التي تلت ذلك عرض علينا عدد من المشاريع ولكن أهمها كان استبيانا أشرفت عليه مؤسسة الإذاعة العامة (Kcet) في لوس أنجليس. وفي نهاية المطاف اتفقنا معا على إنتاج مسلسل تلفزيوني من (١٣) حلقة يكون ذا توجه فلكي، ولكن يشمل أفقا إنسانياً واسعاً جداً. كان الهدف من هذا المسلسل هو أن يتوجه إلى الجمهور الواسع من المشاهدين، وأن يكون مذهلا بمشاهده وموسيقاه ويستحوذ على القلوب والعقول معا. وتكلمنا إلى كتاب السيناريو واستأجرنا المخرج المنفذ، لنجد أنفسنا في خضم مشروع يمتد العمل فيه ثلاث سنوات ويعرف بمشروع

أو مسلسل «الكون» وقد بلغ عدد مشاهدي هذا البرنامج، حتى ساعة كتابة هذا الكتاب أكثر من مئتي مليون إنسان أو مايعادل ٥ بالمئة تقريبا من مجموع سكان الكرة الأرضية. وقد ارتكز هذا المشروع على الإيمان بالافتراض القائل ان الجمهور أكثر ذكاء إلى حد بعيد مما اعتقد في السابق، وأن أعمق المسائل العلمية المتعلقة بطبيعة العالم وأصله تثير اهتمامات وانفعالات أعداد كبيرة جدا من الناس.. والواقع أن العصر الراهن هو مفترق طرق هام أمام حضارتنا وربما أمام نوعنا البشري. ومهما كان الطريق الذي سنختاره فإن مصيرنا مرتبط بالعلم. ومن هنا فمن الضروري أن نفهم العلم باعتباره أمراً يتوقف عليه بقاؤنا. وفضلا عن ذلك فالعلم متعة، وقد شاء لنا التطور أن نجد متعة في الفهم إذ إن من يفهمون هم الأكثر قدرة على البقاء. وهكذا فان مسلسل «الكون» التلفزيوني وهذا الكتاب يمثلان تجربة زاخرة بالأمل في مجال نقل أفكار العلم وطرائقه ومتعه.

لقد تطور الكتاب والمسلسل التلفزيوني معا، وبمعنى ما، فان كلا منهما يعتمد على الآخر. فالعديد من التفسيرات في هذا الكتاب يعتمد على المشاهد المذهلة التي حضرت من أجل المسلسل. ولكن لكل من الكتب والمسلسلات التلفزيونية جمهور يختلف إلى حد ما عن جمهور الآخر، كما أن لكل منها أساليبه المختلفة عن الآخر. وإحدى المزايا الكبرى للكتاب هي أنه يمكن للقارىء أن يعود مرارا إلى النقاط المبهمة أو الصعبة، وهذه ميزة لم تبدأ في التوافر للتلفزيون إلا في الوقت الراهن بوجود أجهزة الفيديو وتكنولوجيا تسجيل البرامج على أشرطة أو أسطوانات. كما أن الحرية التي يتمتع بها المؤلف في اختيار مدى الموضوعات وعمقها في أحد فصول الكتاب، أكبر بكثير مما هو متاح في حلقات التلفزيون غير التجارية التي يتقيد المرء فيها بزمن لايتجاوز ٥٨ دقيقة و٣٠ ثانية لذلك فإن هذا الكتاب يتعمق في العديد من المواضيع بدرجة أكبر مما تفعله المسلسلات التلفزيونية. هناك مواضيع نوقشت فيه ولم تعالج في المسلسل التلفزيوني، والعكس صحيح أيضا. وعلى سبيل المثال فإن العرض الواضح للتقويم الكوني الذي تضمنه المسلسل التلفزيوني، لايظهر هنا لأسباب تعود في جزء منها إلى أنني ناقشت موضوع هذا التقويم في كتابي «تنانين (جمع تنين)

عدن» (The Dragons Of Eden) وفي المقابل فانا لا أناقش هنا حياة روبرت غودارد بالتفصيل لانه يوجد فصل كامل عنه في كتابي «دماغ بروكا» (Broca's Brain). ولكن كل حلقة في المسلسل التلفزيوني تناظر بقدر معقول من الدقة الفصل المقابل لها في الكتاب، واني لأتمنى أن تتضاعف المتعة التي يجدها المرء في أحدهما بالرجوع إلى الآخر.

ومن أجل الوضوح فقد كررت الفكرة الواحدة في عدد من الحالات غير مرة، مفسرا اياها قليلا في المرة الأولى ومتعمقا أكثر في المرات الأخرى. حدث ذلك على سبيل المثال في التعريف بالموضوعات الكونية في الفصل الأول والتي أعيد تدقيقها بالتفصيل فيما بعد، أو في مناقشة التحولات الاحيائية والانزيمات والأحماض النووية في الفصل الثاني. وفي حالات قليلة قدمت بعض المفاهيم حسب تسلسلها التاريخي.

وبما أن العلم لايمكن فصله عن سائر الجهود الإنسانية، فلا يمكن مناقشته دون التطرق، بشكل عابر أحيانا، وأحيانا أخرى بتمعن أكبر، إلى عدد من القضايا الاجتماعية والسياسية والدينية والفلسفية. وحتى عندما كنا نصور حلقات تلفزيونية لمسلسل علمي، فإن الاهتمام العالمي البالغ بالنشاط الحربي قد فرض نفسه بقوة، فعلى سبيل المثال، عندما كنا نقوم بتصوير فيلم عن اكتشاف كوكب المريخ في صحراء موهاف Mohave Desert التي تشبه طبيعتها طبيعة كوكب المريخ، مستخدمين نموذجا مماثلا لمركبة فايكينغ، فقد كان السلاح الجوي الأميركي يتدخل مرارا في عملنا وهو يتدرب على قصف موقع قريب. وفي مدينة الأسكندرية بمصر كان فندقنا يتعرض لطلعات قصف تدريبي تقوم بها طائرات القوة الجوية المصرية. أما في ساموس باليونان فقد سحب الإذن بالتصوير في كل الأماكن وحتي اللحظة الأخيرة بسبب مناورات حلف الناتو وما كان يتصل بها كما هو واضح من أعمال انشائية شملت مواقع المدفعية والدبابات تحت الأرض أو في التلال. وفي تشيكوسلوفاكيا أثارت الأجهزة اللاسلكية اليدوية التي استخدمناها لتنظيم مواقع التصوير في طريق ريفي انتباه إحدى مقاتلات القوة الجوية التشيكوسلوفاكية،

فحومت فـوق رؤوسنا ولم تنصرف إلا بعـد أن أكدنـا للطيار أننـا لا نشكل أي تهديد لـلأمـن القـومي لبـلاده. وكـان رجـال أجهـزة الأمن في كل من اليـونـان ومصر وتشيكوسلوفاكيا يرافقون مصوري فيلمنا أينما ذهبوا. ولم تلق الترحيب الاستقصاءات الأولية عـن تصويـر حياة رائد علم الفضـاء الروسي كونستـانتين تسيولكـوفسكي في مسقط رأسه في كـالوغـا لأن محاكمات المنشقين كانت ستجـرى في تلك البلدة، علما أننا لم نعرف ذلك إلا في وقت لاحق وعلى رغم ذلك فقد لقي مصـورونا ترحيبا في كل بلد زرناه مع أن الوجود العسكري في كل مكان من العالم والخوف المستوطن في قلوب الشعوب كـانا يشكلان حاجـزا أمامنا اينما توجهنـا. وقد عززت التجربـة عزمي على التعامل كلما كان ذلك ملائما مع المسائل الاجتماعية سواء في المسلسل أو الكتاب.

ولأن العلم عملية مستمرة لا تنتهي ابدا وليست هناك أي حقيقة نهائية يمكن أن تنجز ثم يستطيع العلماء بعدهـا أن يخطوا الرحال ويستريحوا فالعالم أكثـر امتاعا سواء بالنسبـة للعلماء أو لملايين الناس الـذين يهتمون بعمق، وإن لم يكـونوا علماء محترفين بطرائق العلم واكتشـافاته. وهكـذا فإذ لا يوجـد الا القليل مما تقادم عليـه الزمن في كتـاب «الكـون» منـذ أن ظهـرت طبعتـه الأولى نجـد أنـه أصبح هنـاك الكثير من الاكتشافات الجديدة الهامة.

فـالمركبتان الفضـائيتان «فـوايـاجير - ١» «وفوايـاجير - ٢» التقتا بكـوكـب زحل واكتشفتا الكثير من الأشياء المذهلة عنـه، وعن نظام الحلقات الهش المحيط به وعن ذلك الحشد الكبير من الأقمار الدائرة حوله ولعل أكثرها إثارة للاهتمام هو تيتان الذي يعرف عنـه الآن أن الجو المحيط به أشبه مـا يكون بجـو الأرض في بداية تشكلـه فهو عبارة عـن طبقة من الضبـاب الكثيف مؤلفـة من جزيئـات عضويـة معقدة، وربما يغطي سطحه محيـط من الهيدروكربـونات السـائلة.. وجـرت أخيرا مراقبـة حلقات الحطام المحيطـة بالنجوم الفتية (حـديثة النشوء) وقـد تكون هذه الحلقات في مـرحلة التجمع والاندماج التي تنتهي إلى تشكل كواكب جديـدة، الأمر الذي يوحي بوجود عدد كبير جدا من هذه الكواكـب بين نجوم مجرة درب اللبانة*. وعموما فقد وجد أن

* تعرف لدى البعض بمجـرة درب التبانة، ولكننا سوف نستخدم التسميـة الأولى منعا للالتباس - المترجم.

الحياة تنشأ بشكل غير متـوقع في مركبات الكبريت في الفجـوات ذات الحرارة المرتفعة جدا في قاع محيطات كرتنا الأرضية . وتجمعت دلائل جديدة توحي أن المذنبات تدفع دوريـا بعض محتويـاتها بشكل رذاذ إلى داخل النظام الشمسي ممـا يؤدي إلى انقـراض الكثير من أنـواع الكـائنات الحيـة على الأرض وكـذلك اكتشف أن منـاطق كبيرة في الفضاء الفاصل بين المجرات اختفت وانضمت غالبا إلى هذه المجرات وقد رئي أيضا أن مكونات جديدة وهامة من الكون تندفع بسرعة إلى مصيرها النهائي .

وتستمر مسيرة الاكتشـافات فمـركبات الفضاء اليـابانيـة والأوروبية والسـوفيتية سـوف تلتقي** . بمذنب هالي في عام ١٩٨٦ . وسـوف يطلق إلى الفضاء قبل نهاية هذا العقد (حـدث ذلك) التلسكوب الفضائي الأميركي (المنظـار المقرب أو المقراب) علما أنه يعـد أكبر مرصـد يدور حـول الأرض حتى الآن وكذلك ستتـاح فرص هـامة لإرسال بعثات فضائية إلى المريخ والمذنبات الأخرى والكويكبات الموجودة بين المريخ والمشتري، ولاسيما إلى القمـر تيتان الـذي يـدور حـول زحل . ثم أن مـركبة الفضـاء الأميركية غاليليو (Galileo) التي ستصل إلى كوكب المشتري في عام ١٩٨٨ (وصلت فعلا) معدة لإسقـاط أول مسبار يدخل إلى جو هذا الكـوكب العملاق . ولكن هناك الجانب المظلم أيضـا لمسيرة الاكتشـافات العلميـة، فـالأبحاث الحديثـة تشير إلى أن مـاينتج من الحرب النـوويـة مـن سخـام وغبـار سـوف يـرتفع في الجو مسببا الظلام والتجمـد على الأرض ومـؤديا إلى كـارثـة لا مثيل لها من قبل حتى في الـدول التي لن تتعرض لقنبلـة واحدة . وعمومـا فان التكنولـوجيا التي أصبحت بحوزتنـا تسمح لنا باطراد بكشف أعاجيب الكـون، ولكنها تعمل في الوقت ذاته على تحويل الأرض إلى حالة الاختـلاط أو التشوش الكامل التي يفترض أنها كانت تسـود فيها قبل تكونها . اننا نتمتع بامتيـاز العيش على هذه الأرض وإذا ساعدنا الحظ فسوف نـؤثر في واحدة من أحرج مراحل تاريخ الجنس البشري .

يستحيل علي في هذا المشروع الضخـم أن أشكر كل من ساهـم فيه، ومهما يكن

** التقت فعلا — المترجم .

من أمر فإني أود أن أوجه الشكر بشكل خاص إلى ب. جنتري لي والذين عملوا في انتاج مسلسل «الكون» بمن فيهم المنتجان الكبيران جيوفري هاينز - ستايلز ودافيد كينارد والمنتج المنفذ إدريان مالون والفنانون جون لومبرغ (الذي أدى دورا حساسا في تصميم وتنظيم المشاهد الخارجية لمسلسل الكون) وجون أليسون وأدولف تشالر ودونالد غولد سميث وأوين جينجريتش وبول فوكس وديان أكرمان وكاميرون بيك وإدارة مؤسسة (KCET). كما أخص بالشكر غريك اندورفر الذي كان أول من حمل اقتراح هذه المؤسسة الينا «وشاك آلن» ووليام لامب وجيمس لوبر ومتعهدي مسلسل «الكون» ومنتجيه وشركة ريتشفيلد الأطلسية وهيئة الإذاعة العامة ومؤسسات ارتر فاينينغ ديفيس ومؤسسة الفرد ب. سلون وهيئة الإذاعة البريطانية ومؤسسة بوليتل الدولية. أما الآخرون الذين ساعدوا في القاء الضوء على الحقائق وطرائق اثباتها فقد سجلت اسماؤهم في احدى الصفحات الأخيرة من هذا الكتاب. ولكني اتحمل وحدي المسؤولية النهائية عن مضمون هذا الكتاب.

واشكر أيضا العاملين في راندوم هاوس ولاسيما المحررة آن فريدغود على عملهم الدؤوب وصبرهم في تلك الأوقات التي ظهر فيها التعارض بين مواعيد انجاز العمل في المسلسل التلفزيوني والكتاب ثم انني مدين بالشكر لـ شيرلي آردن مساعدتي المنفذة على طبعها المسودات الأولى لهذا الكتاب على الآلة الكاتبة وعلى اشرافها على النماذج المطبوعة خلال مراحل إنتاجه كلها، مستخدمة في ذلك كل مهاراتها المعهودة وتلك هي واحدة فقط من الطرائق الكثيرة التي استخدمتها في انجاز مشروع «الكون».

وربما لا استطيع أن أعبر عن شكري لإدارة جامعة كورنل التي منحتني إجازة سنتين ونصف السنة لملاحقة هذا العمل ولزملائي وطلابي فيها ولزملائي في وكالة الفضاء الأميركية وفي «مختبر الدفع النفاث» JPL وفي فريق مركبات «فواياجير».

وأخيرا فأنا مدين جدا في كتابة «الكون» لـ آن درويان وستيفن سوتر اللذين ساعداني في كتابة المسلسل التلفزيوني وقد أسهما بشكل جوهري ومتكرر في الأفكار الرئيسة وارتباطها بالبيئة الفكرية العامة للأحداث وفي روعة الأسلوب.

واني أشعر بالامتنان الكبير لما قاما به من قراءة متأنية للنماذج الأولى من هذا الكتاب، وما قدماه من اقتراحات بناءة ومبدعة بشأن إعادة النظر في العديد من المسودات وتنقيحها. وما أسهما به في تدقيق النص التلفزيوني الذي ترك بصماته بأشكال عدة على هذا الكتاب. ولعل المتعة التي وجدتها في مناقشاتنا العديدة هي إحدى المكافآت الرئيسة التي حصلت عليها من مشروع «الكون».

إيتاكا ولوس أنجليس
أيار (مايو) ١٩٨٠
وتموز (يوليو) ١٩٨٤



الفصل الأول

شواطىء المحيط الكوني

الكون هو كل ماهـو موجود وما وجد وماسيـوجد . وان أبسط تأمل لنا في الكون يحرك مشاعرنا فتمر قشعريـرة في العمود الفقري، ويخفت الصوت ويسيطر إحساس بالـدوار كما في تذكـر الأشياء البعيـدة، أو السقوط من ارتفـاع ما . فنحن نعلـم أننا نقترب من أعظم الأسرار.

إن حجم الكون وعمـره خارج إدراك الإنسان العادي . ففي مكـان مابين اتساع الفضاء وخلـود الزمن يضيع كـوكبنا المعـروف بالأرض، وفي المنظور الكـوني فإن كل الاهتمامات الإنسـانية تبـدو غير مهمة بل بـائسة ومع ذلك فـان جنسنا البشري فتي وفضولي وشجـاع وواعد . وفي الفترة الأخيرة الممتـدة عدة آلاف مـن السنين استطعنا أن نصل إلى اكتشافات مذهلة وغير متوقعة عن الكون ومكاننا فيه، وهي اكتشافات يبعث تقديـرها البهجـة في النفس . فهي تذكرنـا أن الكائنـات البشرية خلقت لكي تفكر، وان الفهـم متعة، والمعرفة شرط لاستمرار الحياة . وعموما فأنا شخصيا أظن أن مستقبلنا يعتمد على مدى معرفتنا بالكون الذي نعوم فيه كذرة غبار في السماء .

تطلبت هذه الاكتشـافات الشك والخيال معا . فـالخيال يحملنا غالبـا إلى عوالم لم تكن مـوجودة قط، ولكننـا لن نذهـب دونه إلى أي مكـان . أما الشك فيمكننـا من التمييز بين الزائف والحقيقي ومن اختبار أفكارنـا . والكون غني دون حدود بالحقائق الرائعـة والعـلاقات المتـبادلة المتقنـة والوسـائل الـذكيـة لاكتشاف الأشيـاء التي تكتنفها الأسرار.

إن سطح الكرة الأرضية هو شاطىء المحيط الكـوني ومنه تعلمنا أغلب مانعرفه،

ومؤخرا نـزلنا قليلا إلى البحر وبما يكفي لتبليل أصـابع أقدامنا فقط ، أو ربما وصلت الماء إلى رسغ القـدم . ولكن الماء يبدو جـذابا ، والمحيط يـدعونـا إليه وثمة جـزء من كياننا يدرك أننا جئنا من هذا المكان ونحن نشتاق إلى العودة .

إن أبعـاد الكون هي من الاتسـاع بحيث لاتجدي معهـا وحدات قيـاس المسافـة العادية كالمتر والكيلو متر التي تستخدم عادة في كـرتنا الأرضية وعوضا من ذلك فإننا نقيس المسافة بسرعة الضوء . ففي ثانية واحدة يقطع شعاع الضوء ١٨٦ ألف ميل أو ٣٠٠ ألف كيلومتر تقـريبا ، أي يدور حول الكرة الأرضيـة سبع مرات ونصف المرة ، وهو يقطع المسافة بين الشمس والأرض في ثماني دقائق .

ويمكننا القول إن الشمس تبعد عنا مسافة ثماني دقائق ضوئية ، وفي سنة واحدة ، يقطع الضوء نحو عشرة تـريليونات (جمع تريليون وهو ألف مليـار) كيلومتر ، أو زهاء ستة تريليـونات ميل في الفضاء وهكذا فإن وحدة الطول التي يقطعهـا الضوء في سنة واحـدة ، تـدعى سنة ضـوئيـة ، وهي لا تقيس الـزمن ، بل المسـافات أو بـالأحـرى المسافات الكبيرة جدا .

والكـرة الأرضية هي مكـان لكنها ليست المكـان الوحيـد بأي حال من الأحـوال وليست حتى المكـان النمـوذجي . ولا يمكـن لأي كـوكب أو نجم أو مجرة أن يكـون نموذجيـا لأن الكون فـارغ في معظمه أما المكـان النموذجي الـوحيد فهـو الموجود في الفراغ الكـوني البارد والواسع ، وهـو ذلك الليل الأبدي في الفضـاء الذي يفصل بين المجرات وهو مكان بالغ الغرابة ومقفر تماما ، تبدو الكواكب والنجوم والمجرات اذا ما قورنت بـه نادرة جدا ورائعـة . واذا ما أدخلنـا بالمصادفـة في هذا الفضاء الكـوني فان احتمـال أن نجـد أنفسنا على أو قـرب كـوكب مـا سيكون أقل من واحـد في مليـار تريليون تريليون[١] .

---

(١) نستخدم في هذا الكتاب ما اصطلح عليه العلم الأميركي فيما يخص الأرقام الكبيرة ، فالبليون (وفي اللغة العربية المليار لأن البليون غير معروف كثيرا)هو : ١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ أو $١٠^{٩}$ والتريليون هو ١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ أو $١٠^{١٢}$.

أي ١×١٠^{٣٣} أو الرقم ١ وعن يمينه ٣٣ صفـرا) وتعتبر هذه الأرقام لا صلة لها بحياتنا اليومية. إنها لعوالم مهيبة.

ولو افترضنا أننـا وقفنا عند نقطة عليا تسمح لنا بأوسع أفق للـرؤية بين المجرات فسـوف نـرى أجـزاء متناثرة من الضـوء تبـدو كالزبـد فوق أمواج الفضاء، وبأعداد لا تحصى، وتلك هي المجرات التي يجول بعضها وحيدا أو معزولا بينها يشكل أغلبها عناقيـد مجمعة، تتحـرك معا مندفعـة إلى مالا نهايـة عبر الظلام الكـوني الكبير ونرى أمامنا الكون في أكبر اتساع نعرفه، فنحن الآن في عالم الغيم السديمي الذي يبعد عن الأرض ثمانيـة مليارات سنـة ضوئيـة، أي يقع في منتصف المسـافة إلى حـافة الكـون المعروفة حاليا.

وتتألف المجرة من غاز وغبار ونجوم يبلـغ عددها مليارات المليارات. وكل نجم منها يمكـن أن يكون شمسا لبعـض الناس وتـوجد في كل مجرة نجـوم وعوالم، وربما تنتشر فيهاأسبـاب الحياة والكائنـات الذكيـة والحضارات التي تسافـر عبر الفضاء. ولكن المجـرة تذكـرني من بعيـد بمجمـوعة من الأشيـاء الـرائعـة كأصداف البحـر، والأحجـــار المرجانيـــة وعجـــائب الطبيعـة أو منتجاتــها على مــر الدهـــور في المحـيط الكوني.

يوجد مئة مليار ($١٠^{١١}$) مجرة، وفي كل منها مئة مليار نجم في المعدل، وهكذا يوجد في كل المجرات عدد من النجوم يبلغ تقريبا $١٠^{١١} \times ١٠^{١١} = ١٠^{٢٢}$، أو عشرة مليارات تريليون، ومع وجود هـذا العدد الكبير جدا من النجوم فما هو احتمال أن يكون لنجم واحد منها وهو الشمس كوكب مسكون؟ ولماذا يجب أن نكون نحن ـ سكان الكرة الأرضية الموجودين في زاوية منسية من الكون ـ على هذا القدر من الحظ؟ يبدو لي أن ثمة احتمالا أكبر أن يكون الكون زاخـرا بالحياة ولكننا نحن البشر لا نعرف شيئا عن ذلك حتى الآن وقـد بدأنا توا في اكتشافـاتنا من مسافة ثمانيـة مليارات سنة ضوئية يصعب كثيرا أن نجـد حتى عنقود أو مجموعة المجـرات التي تنتمي إليها مجرتنا المعـروفة بـدرب اللبانـة (The Milky Way) فما بـالك اذا أردنـا التفتيش من هـذه المسافة الكبيرة عن الشمس أو عن الأرض. أن الكوكب الوحيد الذي نحن متأكدون

من كـونه مسكـونـا هو تلك البقعـة الصغيرة جـدا من الصخور والمعـادن التي تشع بشـكل خافـــت متأثـرة بـانعكاس ضـوء الشـمس عليهـا ، والضائعــة كليـا على هـذه المسافة . .

ولكن رحلتنا تـأخذنا الآن إلى مـا يحب الفلكيون على الأرض أن يـدعوه «مجمـوعة المجرات المحلية» وهي تمتد إلى بضعة مـلايين من السنين الضوئية ، وتتألف من نحو عشــرين مجرة كاملــة البنيـة وهي تشكل عنقودا متنـاثـرا ومظلما وبسيطا . تعـرف إحدى هـذه المجـرات بـ «م - ٣١» ، وتـــرى مـن الأرض في مجمـوعة الأنـدروميـدا (Andromeda) وهي تتألف شـأنها شأن المجرات الحلزونية الأخرى من حشد دائري هائل من النجـوم ومن الغاز والغبـار. وللمجرة «م - ٣١» تابعـان صغيران هما عبارة عن مجرتين إهليليجتين صغيرتين نسبيا ، ترتبطان بها بوساطة الجاذبية ، وذلك حسب القـانون الفيـزيائي الـذي يمنع سقـوطي عن الكرسي الـذى أجلس عليه . فقـوانين الطبيعة هي ذاتها في كل أنحاء الكون وقد أصبحنا الآن على مسافة مليوني سنة ضوئية فقط من منزلنا الأرض .

وراء المجرة «م - ٣١» ، توجد مجرة أخرى ممـاثلة لها وهي مجرتنا التي تدور أذرعها الحلزونيـة ببطء وبمعدل مرة واحـدة كل ربع مليار سنة . نحن الآن على مســافة ٤٠ ألف سنة ضوئيـة من منزلنا ونجد أنفسنـا في حالة سقوط نحـو المركز الكثيف لدرب اللبـانـة ، ولكن إذا رغبنـا في العثـور على كرتنـا الأرضيـة فيجب أن نغير مسـارنـا إلى الضـــواحي البعيـــدة لمجـرتنا أي إلى تـــلك المنطقـــة المظلمـــة قـرب حافـة الـذراع الحلزونية البعيدة .

ولكن الانطباع الذي يغمرنا كلية ، حتى ونحن بين الأذرع الحلزونية مصدره ذلك الحشـد الهائل من النجـوم التي تمر بنـا وهي تشع ذاتيـا ومنهـا ماهـو رقيق كفقـاعـة الصابون لكنه كبير ويستطيع احتواء عشرة آلاف شمس أو تـريليون كرة أرضية ومنها ماهو بحجم بلدة صغيرة وأكثف بمئة تريليون مرة من الرصاص . ومنها ماهو منعزل كالشمس ولأغلبهـا مرافقـون والمنظومات مـزدوجة عادة تتـألف كل منها من نجمين يدور أحدهما حول الآخر، لكن يوجد تدرج مستمر من المنظومة الثلاثية النجوم حتى

العنقـود أو المجمـوعـة المؤلفة مـن بضع عشرات من النجـوم وانتهاء بـالعنـاقيـد أو المجموعات الكـروية الضخمة التي يوجد في كل منهـا مليون شمس ويكون النجمان في بعض المنظومات المزدوجة قريبين أحدهما من الآخـر لدرجة أنهما يكادان يتلامسان وتنتقل مواد كل منهما إلى الآخر.

ويكـون هذان النجمان في أغلب المنظـومات المزدوجـة منفصلين كما هو كـوكب المشتري بالنسبة إلى شمسنا. هناك بعض النجوم كالسوبر نوفا [٢] تكون ذات اضاءة تعادل اضـاءة كل المجرة التي تحتويها كما أن ثمـة نجوما أخرى هي الثقـوب السوداء وهي غير مرئية حتى من مسافة بضعـة كيلو مترات. وهناك أيضا بعض النجوم التي تضيء بشكل مستمر، وبعض آخـر يضيء بومضـات تظهر وتختفي بـوتيرة منتظمة. وكـذلك فبعض النجوم يـدور بإنـاقة رائعـة، والبعض الآخـر يدور بسرعـة وبشكل محموم يشـوه شكله فيصبح مفلطحا أو مسطحا عنـد القطبين. وأغلب النجوم تنشر ضوءها بصـورة رئيسة بشكل موجـات مرئية أو تحت الحمراء بينما تكـون نجوم أخرى مصادر متألقة للأشعة السينية (X - Rays) أو الموجات اللاسلكية. وتكون النجوم الزرقاء حارة وفتيـة والنجوم الصفراء تقليدية ومتوسطة العمـر والنجوم الحمراء معمرة وتعـاني المـوت والنجـوم الصغيـرة البيضـاء أو السـوداء تعاني الاحتضـار أو هي في الرمق الأخير.

وتحتـوي مجرتنا المعـروفـة «بدرب اللبـانـة» على ٤٠٠ مليار نـجم من كل الأنـواع تتحرك في تناسق معقـد ومنتظم. ومن كل هذه النجوم لايعرف سكان كـرتنا الأرضية حتى الآن سوى نجم واحد.

وكل منظـومـة نجميـة هي جـزيـرة في الفضـاء تحجـزهـا عن جيرانها السنـوات الضوئية. ويمكنني تخيـل مخلوقات تستنتج نتفا من المعرفـة عن عوالم لا تحصى وكل واحد منها يعتبر أولا كوكبه الضئيل والشموس القليلة هي العالم كله. فنحن نكبر في

(٢) السوبـر نوفـا : هو النجم المستعـر الذي يـزداد لمعانـه فجأة إلى حد كبير بسبب الانفجـار الذي تقذف فيه معظم كتلته: (المترجم).

عزلة ، ولا نتعلم ما هو الكون في مجموعه إلا ببطء .

يمكن أن تكون بعض النجوم محاطة بملايين العوالم الصخرية العديمة الحياة ، والمنظومات الكوكبية المتجمدة في مرحلة مامن تطورها . وربما يملك الكثير من النجوم منظومات كوكبية تشبه منظومتنا الشمسية ، ففي الأطراف كواكب غازية حلقية كبيرة وأقمار جليدية وفي الأماكن الأقرب إلى المركز عوالم صغيرة وحارة وزرقاء يشوبها البياض ومغطاة بالغيوم. وفي بعضها يمكن أن تكون قد تطورت حياة ذكية واعادت بناء السطح الكوكبي من خلال مشاريع هندسية شاملة. هؤلاء هم أخوتنا في الكون فهل هم مختلفون عنا؟ وما شكلهم؟ وماتركيبهم الكيماوي وتكوينهم العصبي؟ وماعندهم من التاريخ والسياسة والعلم والتكنولوجيا والفن والموسيقا والدين والفلسفة؟ . يوما ما ربما سنعرفهم .

وصلنا الآن إلى حديقتنا الخلفية التي تبعد سنة ضوئية عن كرتنا الأرضية يحيط شمسنا حشد دائري من كرات ثلجية عملاقة مؤلفة من الجليد والصخور والجزيئات العضوية وهي تشكل نوى المذنبات. وبين الفينة والأخرى يشد نجم مار من مكان بعيد بقوة جاذبة ضئيلة إحدى هذه النوى فتنحرف مرغمة نحو القسم الداخلي من النظام الشمسي ، حيث تسخن بتأثير الشمس ويتبخر جليدها ويتشكل منها ذيل مذنب رائع .

هانحن نقترب من كواكب منظومتنا الشمسية ونرى عوالم كبيرة تقع في أسر الشمس وتجبرها الجاذبية على اتباع مسارات شبه دائرية وتأخذ حرارتها بصورة رئيسة من ضوء الشمس فالكوكب بلوتو مغطى بجليد الميتان ، ويدور حوله قمره العملاق الوحيد تشارون ، وهو مضاء بالشمس البعيدة التي تبدو مثل نقطة ضوء لامعة في سماء سوداء قاتمة . تلي ذلك العوالم الغازية العملاقة وهي نبتون واورانوس وكوكب زحل وهو جوهرة المنظومة الشمسية والمشتري ، وهذه كلها محاطة بأقمار متجمدة ، وإلى الداخل من هذه الكواكب الغازية وجبال الجليد الدائرة حولها تأتي الكواكب الصخرية الحارة التي تشكل القسم الداخلي للمنظومة الشمسية . هناك على سبيل

المثال الكوكب الأحمر المعروف بالمريخ ذي البراكين الموجودة على ارتفاعات شاهقة والوديان الكبيرة المتصدعة والعواصف الرملية التي تغطي أرجاءه كلها وربما كان فيه بعض الأشكال البسيطة من الحياة. تدور كل الكواكب حول الشمس التي هي أقرب نجم الينا وهي جحيم من غازي الهيدروجين والهليوم الداخلين في تفاعلات نووية حرارية تغمر المنظومة الشمسية بالضوء.

وأخيرا نعود في نهاية تجوالنا إلى عالمنا الضئيل والهش ذي اللون الأزرق المتداخل مع الأبيض والضائع في محيط كوني ذي اتساع يفوق أقصى تخيلاتنا. انه عالم من بين عوالم هائلة أخرى، وقد لايبدو كبيرا إلا في نظرنا، وعموما فان كوكب الأرض هو بيتنا وبيت آبائنا وعلى سطحه نشأ جنسنا البشري وتطور. وفي هذا العالم أنشأنا ولعنا في اكتشاف الكون وفيه أيضا نضع قدرنا بشيء من الألم ودون أي ضمانات.

أهلا بكم في كوكب الأرض ذلك المكان الذي تغطيه سماء الآزوت الزرقاء ومحيطات الماء السائل والغابات الباردة والمروج الناعمة، ذلك العالم الذي يزخر بالحياة. وهو في المنظور الكوني وحسبما قلت من قبل، رائع الجمال ونادر ولكنه فريد من نوعه أيضا في الوقت الحاضر. ففي كل رحلاتنا عبر الفضاء والزمن لايزال كوكبنا حتى الآن على الأقل العالم الوحيد الذي نعرف عنه أن المادة الفضائية تحولت فيه إلى مادة حية وواعية، ولا بد أن يكون هناك الكثير من عوالم مماثلة مبعثرة عبر الفضاء. لكن تفتيشنا عنها يبدأ من هنا ومن خلال مايتراكم من معرفة لدى رجال جنسنا ونسائه تم جمعها بثمن كبير جدا خلال ملايين السنين. ثم اننا نتمتع بامتياز العيش بين هؤلاء الناس الأذكياء والمحبين للاطلاع وفي زمن يكافأ فيه السعي إلى المعرفة عموما. وهكذا فان الكائنات البشرية التي ولدت في الأصل من النجوم وتسكن حاليا ولفترة ما عالما يدعى الأرض بدأت فعلا رحلتها أو سفرها الطويل إلى مسقط رأسها الأصلي.

إن اكتشاف كون الأرض عالما «صغيرا» كان قد تم شأنه شأن الكثير من الاكتشافات الإنسانية المهمة في الشرق الأدنى القديم. وفي زمن يدعوه بعض الناس

القرن الثالث قبل الميلاد، وفي أعظم عاصمة في ذلك العصر التي هي مدينة الأسكندرية المصرية، هنا عاش رجل اسمه إيراتوسثينس (Eratosthenes) وقد دعاه أحد معاصريه «بيتا» وهي الحرف الثاني من الأبجدية الإغريقية وأوضح أن إيراتوسثينس كان ثاني أفضل رجل في العالم في كل شيء ولكن يبدو واضحا أن إيراتوسثينس كان الأول أو «الفا» في كل شيء تقريبا. وعموما فقد كان هذا الرجل فلكيا ومؤرخا وجغرافيا وفيلسوفا وشاعرا وناقدا مسرحيا وعالم رياضيات وتراوحت عناوين الكتب التي كتبها بين «علم الفلك» و«عن التحرر من الألم» وكان أيضا مدير مكتبة الأسكندرية الكبرى، حيث قرأ في أحد الأيام في كتاب من ورق البردي عن أن القضبان العمودية لاتلقي ظلالا في نقطة حدودية أمامية من منطقة جنوب أسوان على مقربة من أول شلال لنهر النيل وقت الظهيرة من يوم ٢١ حزيران (يونيو) ففي يوم انقلاب الشمس الصيفي الذي هو أطول يوم في العام وإذ يقترب الوقت من منتصف النهار فان ظلال أعمدة المعبد تقصر شيئا فشيئا، ثم تختفي نهائيا في منتصف النهار ويمكن عندئذ أن يرى انعكاس الشمس في الماء الموجود في أسفل بئر عميقة ويصبح قرص الشمس فوق الرأس تماما.

كان يمكن لأي شخص آخر أن يتجاهل هذه الملاحظة بسهولة، فما أهمية القضبان والظلال والانعكاسات في الآبار ووضع الشمس بالنسبة إلى المسائل التي نواجهها في حياتنا اليومية؟ ولكن إيراتوسثينس كان عالما وبالتالي فان تأملاته في هذه العموميات غيرت العالم أو إنها بمعنى ما صنعت العالم. وهكذا فإن حضور الذهن عند إيراتوسثينس جعله يقوم بتجربة وان يلاحظ عمليا ما إذا كانت القضبان العمودية لا تلقي ظلالا أيضاً في الأسكندرية في الوقت والتاريخ نفسيهما (الساعة ١٢ من يوم ٢١ حزيران). واكتشف أنها تلقي ظلالاً خلافا لما هو عليه الأمر في تلك المنطقة من أسوان.

سأل إيراتوسثينس نفسه كيف يمكن لقضيب أن يلقي ظلا في الإسكندرية ولا يستطيع أن يفعل ذلك في اللحظة ذاتها في أسوان علما أن الإسكندرية تقع إلى الشمال من أسوان. ولنأخذ في الاعتبار خريطة مصر القديمة مع قضيبين عموديين

بطول واحد، أحدهما مغروز في الإسكندرية والآخر في أسوان ولنفترض أن كلا منهما في لحظة معينة لايلقي ظلا البتة. يسهل تماما أن نفهم هذه الظاهرة ولو كانت الأرض مسطحة وستكون الشمس عندئذ فوق الرأس تماما. وإذا كان طولا ظلي القضيبين متساويين فالأمر صحيح أيضا في أرض مسطحة حيث ستنحرف أشعة الشمس بالزاوية نفسها عن كل من القضيبين. ولكن كيف يمكن أن يوجد في الوقت ذاته ظل في الإسكندرية ولايوجد ظل مماثل في أسوان؟

إن الجواب الوحيد الممكن حسب رأي إيراتوسثينس هو أن يكون سطح الأرض محدبا، والأكثر من ذلك هو أنه كلما ازداد التحدب أو الانحناء ازداد الفرق بين طولي الظلين. والشمس بعيدة جدا لدرجة أن أشعتها تصبح متوازية عندما تصل إلى الأرض والقضبان الموضوعة بزوايا مختلفة بالنسبة إلى أشعة الشمس ترمي ظلالا بأطوال مختلفة. وبالنسبة إلى الفرق الملحوظ بين طولي الظلين فان المسافة بين الإسكندرية وأسوان يجب أن تكون زهاء سبع درجات على امتداد سطح الأرض. هذا يعني أنك إذا تخيلت القضيبين ممتدين نحو الأسفل حتى مركز الأرض، فإنهما سيتقاطعان مشكلين زاوية تساوي سبع درجات، وسبع درجات تساوي نحو جزء من خمسين من محيط الكرة الأرضية المساوي ٣٦٠ درجة وعرف ايراتوستينز أن المسافة بين الأسكندرية وأسوان هي ٨٠٠ كيلومتر تقريبا لأنه استأجر رجلا لكي يقيسها بالخطوات واذا ضربنا ٨٠٠ بالرقم ٥٠ نحصل على الرقم ٤٠ ألف كيلومتر وهو محيط الكرة الأرضية [٣].

وهذا هو الجواب الصحيح ولم تكن أدوات إيراتوسثينس سوى قضيبين وعينين وقدمي رجل ودماغ مفكر إضافة إلى الرغبة في التجربة. وقد استطاع بوساطة هذه الأدوات أن يحسب محيط الكرة الأرضية بخطأ لايزيد على أجزاء قليلة بالمئة، وهو إنجاز ملحوظ قبل ألفين ومئتي سنة. كان إيراتوسثينس أول شخص يقيس حجم الكرة الأرضية بدقة.

---

(٣) وإذا أردت أن تقيس المسافات بالميل، فإن المسافة بين الإسكندرية وأسوان هي ٥٠٠ ميل وبالتالي فإن محيط الكرة الأرضية هو : ٥٠٠×٥٠= ٢٥٠٠٠ ميل.

كان عالم البحر الأبيض المتوسط مشهوراً في ذلك الوقت بالسفر البحري. وكانت الإسكندرية أكبر مرفأ بحري في العالم. ألن تغريك إذن معرفة أن الأرض هي كرة ذات قطر متواضع بالقيام برحلات استكشافية تحاول أن تتعرف فيها إلى أراض مجهولة. وربما تحاول أيضا أن تبحر حول الكوكب؟ وقبل أربعمئة سنة من إيراتوسثينس أبحر أسطول فينيقي حول أفريقيا بأمر من فرعون مصر نيكو (Necho) ويحتمل أنهم انطلقوا في تلك الرحلة البحرية في مراكب مكشوفة من البحر الأحمر وداروا حول الشاطىء الشرقي لأفريقيا باتجاه المحيط الأطلسي، ثم عادوا عبر البحر الأبيض المتوسط. استمرت هذه الرحلة ثلاث سنوات أي الوقت نفسه الذي تحتاج إليه مركبة فوياجير الفضائية الحديثة لقطع المسافة بين الأرض وزحل.

وبعد اكتشاف إيراتوسثينس، حاول بحارة شجعان ومغامرون القيام بعدة رحلات بحرية كبرى، كانت مراكبهم صغيرة، ولم تكن لديهم سوى أدوات ملاحية بدائية فاستخدموا التخمين وساروا بمحاذاة الشواطىء كلما كان ذلك ممكنا. كانوا يستطيعون تحديد خط العرض في المحيط المجهول، وان لم يستطيعوا تحديد خط الطول، وذلك عبر مراقبة الليل والنهار ومكان مجموعات النجوم بالنسبة إلى الأفق ولابد أن مجموعات النجوم المألوفة كانت تبعث على الثقة في وسط محيط مجهول، والنجوم هي أصدقاء المكتشفين عندما كانوا يسافرون في الماضي على السفن البحرية في الأرض، والآن إذ يسافرون على السفن الفضائية في السماء. وبعد إيراتوسثينس حاول بعض الناس أن يدور حول الأرض لكن أحدا لم ينجح قبل ماجلان فكم من قصص الجرأة والمغامرة كان ينبغي روايتها عندما قامر البحارون والملاحون، وهم رجال العالم العمليون بحياتهم انطلاقا من الرياضيات التي أثبت عالم من الإسكندرية كروية الأرض بوساطتها؟

وفي زمن إيراتوسثينس أنشئت الكرات التي تمثل الأرض كما ترى من الفضاء. وكان الصانعون عل درجة من الدقة بالنسبة إلى منطقة البحر الأبيض المتوسط المكتشفة جيدا. لكن هذه الدقة كانت تقل أكثر فأكثر كلما ابتعد هؤلاء عن موطنهم. ومعرفتنا الحالية للفضاء تماثل هذه الظاهرة المزعجة والحتمية في آن. وقد

كتب الجغرافي الإسكندري سترابو (Strabo) في القرن الأول الميلادي مايلي: «لا يقول أولئك الذين عادوا من محاولات الدوران بحرا حول الأرض إنهم منعوا من ذلك بسبب قارة اعترضتهم فالبحر بقي أمامهم مفتوحا تماما. لكنهم عادوا بسبب الافتقار إلى التصميم وندرة المؤن. . وكان إيراتوسثينس قد قال إنه إذا لم يكن اتساع المحيط الأطلسي عائقا، فإننا نستطيع أن نعبر البحر بسهولة من ايبريا إلى الهند. . ومن المحتمل تماما أن يوجد في المنطقة المعتدلة الحرارة أرض أو أرضان مسكونتان. . وفي الواقع فإذا (كان هذا الجزء من العالم) مسكونا فسوف يكون مسكونا برجال لايشبهون الناس الموجودين في مناطقنا ويجب أن ننظر إليه بوصفه عالما مسكونا آخر».

كان الناس بدأوا يغامرون، في كل معنى تقريبا، في السفر إلى عوالم أخرى. وعموما فإن الاكتشاف اللاحق للكرة الأرضية كان جهدا عالميا وشمل السفر من وإلى الصين وبولينيزيا. وكانت الذروة هي اكتشاف أميركا من قبل كريستوفر كولومبوس ورحلات القرون القليلة التالية التي أكملت الاكتشاف الجغرافي للأرض. كانت أول رحلة لكولومبوس ترتبط بشكل مباشر بحسابات إيراتوسثينس، وقد أعجب كولومبوس بما دعاه «مشروع جزر الهند الغربية» الذي يهدف إلى الوصول إلى اليابان، والصين، والهند ليس بالإبحار بمحاذاة الشاطىء الأفريقي ثم الاتجاه شرقا، بل بالاقتحام الجريء للمحيط الغربي المجهول أو كما قال إيراتوسثينس في تنبئه المذهل عن «عبور البحر من إيبريا إلى الهند».

كان كولومبوس بائعا جوالا يبيع الخرائط القديمة وقارئا مواظبا للكتب التي كتبها الجغرافيون القدماء أو تروي قصص هؤلاء بمن فيهم إيراتوسثينس، وسترابو، وبطليموس إلا أنه كان ينبغي من أجل تنفيذ مشروع جزر الهند الغربية مع الحفاظ على حياة البحارة وسفنهم خلال الرحلة الطويلة أن تكون الأرض أصغر مما حسب إيراتوسثينس. ولذا لجأ كولومبوس إلى الغش في حساباته طبقا للتقييم الصحيح لجامعة سالامانكا. فقد استعمل أصغر محيط ممكن للأرض وأطول امتداد نحو الشرق لآسيا استطاع أن يجده في جميع الكتب الموجودة لديه ثم بالغ حتى في هذه القيم. ولو لم يكن الأميركيون على طريق كولومبوس لفشلت بعثته كليا.

أصبحت الأرض مكتشفة كليا الآن ولم يعد ممكنا أن نكتشف قارات جديدة أو أماكن ضائعة ولكن التكنولوجيا التي سمحت لنا باكتشاف أو سكن المناطق الأبعد في الأرض هي التي ستسمح لنا الآن بأن نغادر كوكبنا ونغامر في الفضاء لكي نكتشف عوالم أخرى. وإذ نغادر الأرض فاننا نصبح قادرين على رؤيتها من الأعلى. ونرى شكلها الكروي ذا الأبعاد الإيراتوسثينسية والصور الكفافية [٤] للقارات التي تثبت أن الكثير من صانعي الخرائط القدماء كانوا على درجة ملحوظة من المهارة، فكم كان هذا المنظر سيسعدإيراتوسثينس وجغرافيي الإسكندرية الآخرين؟

كانت الإسكندرية خلال ٦٠٠ عام التي بدأت منذ عام ٣٠٠ قبل الميلاد تقريبا هي المكان الذي انطلقت فيه الكائنات البشرية في المغامرة الفكرية التي قادتنا الآن إلى تخوم الفضاء. الا أنه لم يبق شيء يمكن مشاهدته والإحساس به من تلك المدينة الرخامية المجيدة، فالظلم والخوف من التعلم أزالا كل شيء تقريبا من ذاكرة مدينة الإسكندرية القديمة. . كان سكانها يشكلون خليطا عجيبا من الناس. فالجنود المقدونيون ولاحقا الجنود الرومان والكهنة المصريون والارستقراطيون الإغريق والبحارة الفينيقيون والتجار اليهود والقادمون من الهند وأفريقيا الصحراوية، جميعهم عاشوا ـ ماعدا العدد الكبير من السكان العبيد ـ في انسجام واحترام متبادل في معظم فترة العظمة التي عاشتها هذه المدينة.

وضع أسس المدينة الإسكندر الكبير وبناها حاشيته وجنوده وحراسه السابقون وشجع الإسكندر على احترام الثقافات الأجنبية وعلى الحصول على المعرفة بعقول مفتوحة ويقال إنه قام حسب التقاليد ـ وليس مهما جدا أن يكون ذلك قد حدث فعلا ـ بالهبوط تحت سطح البحر الأحمر في أول جهاز غطس في العالم كان على شكل ناقوس. وشجع جنرالاته وجنوده على تزوج النساء الفارسيات والهنديات واحترام آلهة الشعوب الأخرى. وجمع حيوانات غريبة بما فيها الفيل لأرسطو معلمه. وقد بنيت مدينته على مساحة كبيرة لكي تكون مركزا عالميا للتجارة والثقافة والتعليم وأقيمت فيها شوارع واسعة بلغ عرضها ٣٠ مترا ومبان وتماثيل رائعة وقبر الإسكندر التذكاري

(٤) الصور الكفافية هي التي تظهر فيها الخطوط الكفافية أو المحيطية من غير تظليل (المترجم).

ومنارة ضخمة لإرشاد السفن عدت إحدى العجائب السبع في العالم القديم. لكن المعجزة الكبرى في الإسكندرية هي مكتبتها والمتحف الملحق بها (وبالتعبير الحرفي تلك المؤسسة المعدة لاختصاصات الموزيات التسع)(٥). ولم يبق ومن هذه المكتبة الأسطورية الآن سوى القبو الشديد الرطوبة المهمل وهو ملحق المكتبة المعروف بالسيرابيوم والذي استخدم في وقت ما معبدا. ثم كرس لاحقا للموضوعات المعرفية، وربما لم يبق منه حاليا سوى رفوف باليه. ومع ذلك فان هذا المكان كان في يوم ما دماغ وفخر أعظم مدينة على كوكب الأرض وأول معهد أبحاث حقيقي في تاريخ العالم. وقد درس علماء المكتبة الكون كله (إن كلمة الكون التي هي "Cosmos" في اللغات الأجنبية كالفرنسية والإنكليزية والروسية. . إلخ، هي كلمة إغريقية تعني «نظام الكون»). وهي بشكل ماعكس كلمة "Chaos" أي الاختلاط والتشوش أو بمعنى آخر حالة الكون المختلطة قبل تكونه. وهي تتضمن العلاقة المتبادلة العميقة لكل الأشياء وتبعث الرهبة من الطريقة الدقيقة والماهرة التي جمع فيها الكون بالشكل الراهن. وهنا عملت جماعة من العلماء في اكتشاف الفيزياء والأدب والطب وعلم الفلك والجغرافيا والفلسفة والرياضيات والبيولوجيا والهندسة. هنا نشأ العلم والثقافة وازدهرت العبقرية. ففي مكتبة الإسكندرية جمع جنسنا البشري معارف العالم كلها بشكل جدي ومنتظم.

وبالإضافة إلى إيراتوسثينس كان هناك عالم الفلك هيبركوس (Hipparchus) الذي وضع خرائط مجموعات النجوم وقدر إضاءة النجوم ذاتها. وأقليدس الذي وضع أسس علم الهندسة وقال لمليكه الذي كان يجهد في حل مسألة رياضية صعبة، لا يوجد طريق ملكي إلى علم الهندسة. وديونيسيوس (Dionysius) من تريس (Thrace) وهو الرجل الذي حدد أجزاء الكلام وفعل في دراسة اللغة مافعله أقليدس في علم الهندسة. وهيروفيلوس (Herophilus) الفيزيولوجي الذي اثبت أن الدماغ وليس القلب هو مركز الذكاء، وهيرون الأسكندري مخترع القطارات ذات

(٥) الموزيات: جمع موزيه (Muse) وهي الإلهات التسع الشقيقات اللاتي يحمين الغناء والشعر والفنون والعلوم (في الميثولوجيا الإغريقية) ـ المترجم.

التروس (الدواليب المسننة) والمحركات البخارية - ومؤلف كتاب الأتمتة (Automata) الذي هو أول كتاب عن أجهزة الروبوت (الإنسان الآلي). وأبولونيوس (Apollonius) من بيرغا (Perga) عالم الرياضيات الذي أشهر أو كشف أشكال القطوع(٦) (جمع قطع) المخروطية كالقطع الناقص والقطع المكافىء والقطع الزائد، وهي المنحنيات التي نعرف الآن انها تشكل مسارات الكواكب والمذنبات والنجوم، وأرخميدس الذي هو أكبر عبقري ميكانيكي حتى ليوناردو دافينشي، وعالم الفلك والجغرافيا بطليموس الذي جمع الكثير مما يعد الآن نظام وطرائق وافتراضات علم الفلك الزائف، علما أن نظريته عن كون الأرض مركزا للكون بقي معمولا بها مدة ١٥٠٠ سنة، الأمر الذي يعد مؤشرا إلى أن القدرات العلمية ليست ضمانا لعدم الوقوع في الخطأ. وبين هؤلاء الناس العظام وجدت امرأة عظيمة هي هيباتيا (Hypatia) عالمة الرياضيات والفلك، وهي آخر ضوء في مكتبة الأسكندرية، إذ إن استشهادها يرتبط بتدمير هذه المكتبة بعد سبعة قرون من تأسيسها.

اهتم ملوك مصر الإغريقيون الذين جاؤوا بعد الإسكندر بشكل جدي بالتعليم فدعموا لقرون الأبحاث وحافظوا على خلق جو ملائم وعملي في المكتبة لأفضل عقول ذلك العصر. واحتوت هذه المكتبة على عشر قاعات كبيرة للأبحاث خصص كل منها لموضوع منفصل، وضمت نوافير مائية وأعمدة وحدائق نباتية وحديقة حيوانات وغرفا لتشريح الجثث ومرصدا وقاعة كبيرة للطعام كانت تستخدم في أوقات الفراغ للمناقشة الانتقادية للأفكار المطروحة.

كان قلب المكتبة هو مجموعة الكتب الموجودة فيها. وعمد المنظمون إلى جمع ثقافات العالم ولغاته كلها. وكانوا يرسلون وكلاءهم إلى الخارج لشراء مجموعات الكتب ومخطوطات الدراسة أو المراجعة. وكانت السفن التجارية التي ترسو في ميناء الإسكندرية تفتش من قبل الشرطة ليس من أجل المهربات بل الكتب، إذ كانت

(٦) سميت كذلك لأنه يمكن الحصول عليها بقطع الشكل المخروطي بزوايا مختلفة. وبعد ١٨ قرنا استخدمت كتابات أبولونيوس عن القطوع المخروطية من قبل جوهانز كبلر johannes Kepler في فهم حركة الكواكب أول مرة.

لفائف ورق البردي تستعار لكي تنسخ ثم تعاد إلى أصحابها ويصعب تقدير ماكانت تحتويه هـذه المكتبة، لكن يبدو محتملا أنها احتوت على نصف مليـون مجلد كل منها عبارة عن لفـافة من ورق البردي مكتوبـة بخط اليد فماذا حـدث لكل هذه الكتب؟ عفا الـزمن على الحضارة الكلاسكيـة التي أنتجتها ودمرت المكتبـة ذاتها عن عمد ولم ينج سـوي القليل من محتـويـاتها إلى جانـب أجزاء متنـاثـرة من الكتب تثير الشفقـة والحزن. وكم تبعث هذه الأجـزاء والنتف الباقيـة من الألم العميق في النفوس. نحن نعلم على سبيل المثـال أنـه كـان يـوجـد على رفـوف المكتبـة كتـاب لعـالم الفلك أريسطاركوس مـن ساموس (Aristarchus Of Samos) الذي أكـد أن الأرض هي أحد الكـواكب وتدور مثلها حول الشمـس وأن النجوم موجودة على مسـافات كبيرة جدا منـا، وأن كلا من هـذه الاستنتاجات صحيح تمامـا، لكن كان علينـا أن ننتظر زهاء ألفي سنة لكي نكتشف هذه الحقائق مرة أخـرى وان ضاعفنا إحساسنا بخسارة هذا المؤلف لاريستـارتشوس مئـة ألف مرة عنـد ذاك نبدأ بتقديـر عظمة إنجـاز هذه الحضارة الكلاسيكية ومأساة تدميرها.

لقد تجاوزنـا الآن وإلى حد بعيـد العلم الذي عـرفه العـالم القديم، ولكن تـوجد ثغرات لايمكن ردمها في معرفتنا التاريخية، فتصـور أي خفايا عن ماضينا كان يمكن كشف النقاب عنها بـوساطة بطاقة استعارة تقدم إلى مكتبـة الإسكندرية ونحن نعلم بفقدان ثـلاثة مجلدات عن تـاريخ العالم كان قد كتبهـا كاهن بابلي اسمـه بيروسوس (Berossus) الأول منها يعالج المرحلـة منذ بداية الخليقـة حتى الطوفـان وهي فتـرة امتدت ٤٣٢ ألف سنة أي أطول بمئة مرة من تقويـم العهد القديم. فما أشد توقنا إلى أن نعرف ماذا كان فيه!.

عرف القـدماء أن عمر العـالم قديم جـدا. وسعوا إلى أن يعرفـوا شيئا عن الماضي البعيد ونحن نعـرف الآن أن الكون أقـدم بكثير مما تصـور هؤلاء. وقـد قمنا بـدراسة الكون في الفضاء ورأينا أننا نعيش على «ذرة من الغبار» تدور حول نجم رتيب في أبعد زاوية من مجرة مظلمة. واذا كنا نحن ذرة في اتساع الفضاء فاننا نحتل أيضا لحظة من امتداد العصور. ونعلم الآن أن كوننـا في بعثه الحديث على الأقل يبلغ من العمر نحو

١٥ أو ٢٠ مليار سنـة، وهذا الزمن محسوب منـذ ذلك الحدث التفجيري الاستثنائي الذي يعرف بالانفجار الكبير (The Big Bang) وفي بداية الكون لم تكن هناك مجرات ونجوم أو كـواكب أو حياة أو حضارات، بل مجرد كـرة نارية مشعـة منتظمة الشكل تملأ الفضاء كلـه. وان الانتقال من حالـة تشوش اختلاط الانفجار الكبير إلى حـالة الكون المنتظم التي بدأنا نعرفها، هو التحـول الأشد رعبا للمادة والطاقة الذي كان لنا الحظ في القاء نظرة خاطفة عليه. وإلى أن نجد كـائنات أكثر ذكاءً منا في مكان آخر، فإننـا نظل الظاهـرة الأهم في كل التحـولات التي نجمت عن هذا الانفجـار الكبير، والأحفاد البعيدين جدا له الذين تقع على عاتقهم مهمة فهم الكون الذي نشأنا منه، والعمل بالتالي على تحويله.



الفصل الثاني

صوت واحد في الترنيمة الكونية

كنت طيلة حياتي أشعر بالحيرة إزاء احتمال وجود الحياة في أماكن أخرى خارج كوكبنا الأرضي. ومم «تتألف هذه الحياة إن وجدت؟ فالأشياء الحية في كوكبنا مؤلفة من جزيئات عضوية أو بنى ميكروسكوبية معقدة يؤدي الكربون فيها دوراً رئيسيا. وقد مرّ زمن قبل الحياة ذاتها كانت الأرض فيه عارية ومهجورة تماما. ولكن كوكبنا يزخر الآن بالحياة، فكيف حدث ذلك؟

وكيف صنعت الجزيئات العضوية ذات الأساس الكربوني في غياب الحياة؟ ثم كيف نشأت أولى المواد الحية؟ وكيف تطورت الكائنات الحية إلى وضعها الحالي الدقيق والمعقد، الذي نمثله نحن «الجنس البشري» القادر على كشف سر نشوئه؟

وهل توجد حياة أيضا على ذلك العدد الذي لا يحصى من الكواكب الأخرى التي يمكن أن تدور حول الشموس الأخرى؟ وهل الحياة خارج كوكب الأرض، إذا وجدت، تعتمد شأنها شأن الحياة في هذا الكوكب على الجزيئات العضوية ذاتها؟ هل الكائنات الحية في العوالم الأخرى تشبه مثيلاتها على الأرض، أم أنها مختلفة عنها إلى حد مذهل، لأنها مضطرة إلى التكيف مع بيئات أخرى؟ وماذا يمكن أن يكون هناك؟ فطبيعة الحياة على الأرض، والبحث عن الحياة في أماكن أخرى، هما وجهان للسؤال ذاته المتمثل بالبحث عمن نكون نحن.

توجد في الظلام الدامس بين النجوم غيوم من الغاز والغبار والمادة العضوية، وقد أمكن كشف عشرات الأنواع المختلفة من الجزيئات العضوية بوساطة التلسكوبات اللاسلكية. غزارة هذه الجزيئات تشير إلى وجود مادة الحياة في كل

مكان، وربما يكـون تطور الحيـاة مع مرور زمن كاف ضرورة كـونية حتميـة أو أمرا لا مفر منه. وقـد لا تنشأ الحياة أبدا في بعض مليارات الكـواكب الموجودة في مجرة درب اللبانة، بينما يمكن أن تنشأ وتنقرض في بعضها الآخر، أو قد لا تتطور هذه الحياة إلى أكثر من أشكالها البسيطة. وفي المقابل يمكن أن تنشأ وتتطور حياة ذكية، وحضارات أكثر تقدما من حضارتنا في جزء صغير من العوالم.

وقد يلاحظ أحدهم، أحيانا ذلك التوافق أو تلك المصادفة السعيدة التي جعلت الأرض مـلائمـة تماما للحيـاة فجمعت بين الطقس المعتـدل، والماء السـائل، والجو الأكسجيني وغير ذلك. ولكن ذلك جزئيا على الأقل، خلط بين السبب والنتيجة. فنحن، سكان هذه الأرض، متكيفون بشكل مثالي مع بيئـة كوكبنا لأننا نشأنا فيها. ونحن نتحدر من العضـويات التي قامت بعملهـا جيدا، وبالتالي فإن العضـويات التي تتطور في عالم مختلف تماما سوف تغني أنشودتها أيضا.

الحياة على الأرض هـي على علاقـة وثيقة فيما بينها. فـإن لدينـا كيمياء عضـوية مشتركة و إرثا تطوريا مشتركا. ونتيجة لذلك فإن مجال عمل علمائنا البيولوجيين محدود جدا، فهم يـدرسون نـوعا واحـدا فقط من البيولـوجيا (علم الحيـاة)، أي موضـوعا واحدا، ووحيدا، في موسيقى الحياة. فهل هذا اللحن الضعيف والهزيل هو الصوت الوحيد في تلك المسـافات التي يقطعها الضوء في آلاف السنين؟ أم أن ثمة نـوعا آخر من الأصـوات الكونيـة ذات الألحان العـاديـة، والمغايـرة، والمتنـافرة، والمنسجمـة، والمشكلة لمليارات الأنغام التي تعزف موسيقى الحياة في المجرة؟

اسمحوا لي أن أروي لكم قصـة عن فقرة صغيرة في مـوسيقى الحياة على الأرض، ففي عام ١١٨٥ كان إمبراطور اليابان صبياً في السابعة من عمره اسمه أنتوكي، وكان الزعيم الاسمي لفئة الساموراي المعروفة «بالهايكي» التي خاضت حرباً دموية طويلة مع فئة ساموراي أخرى هي «الجانجي». كان كل من هاتين الفئتين يدعي أن العرش الإمبراطوري هو حقه الوراثي. ثم وقعت المعركة البحرية الحاسمة بينهما في دانو ـ أورا في بحر الجزر اليابانية في ٢٤ نيسان (أبـريل) من عام ١١٨٥. وكان الإمبراطور نفسه على متن إحدى السفن. وإذ كـان الهايكيون أقل عددا، وأضعف منـاورة، فقد قتل

العـديد منهم، بينما رمى النـاجون أنفسهم وبأعـداد كبيرة في البحر وغـرقوا. قـررت السيدة ني (Nii) جدة الإمبراطور أنه لا يجوز أن تؤسر هي وحفيدها من قبل الخصوم. وماحدث فيما بعد ترويه قصة الهايكي بالشكل التالي:

«كان الإمبراطور قـد بلغ السابعة من عمره آنذاك، ولكن مظهره كـان يوحي بأنه أكبر من ذلك. كان قريبا إلى القلب لدرجة بـدا معها كأنه مصدر إشعاع متألق، كما أن شعره الطويل الأسود كان يتدلى على كتفيه، وبنظرة مليئة بالمفاجأة والقلق رسمت على وجهه، سأل السيدة «ني»: إلى أين ستأخذينني ياجدتي؟»

استـدارت هذه السيـدة إلى السلطـان الصغير، بينما كـانت الدمـوع تتـدفق على وجنتيها، وواسته مداعبة شعره الطويل المنسدل على ثوبه الملون. وإذ انهارت دموعه حتى كادت تمنـع الرؤية عنـه، شبك إحدى يـديه الصغيرتين الجميلتين بـالأخرى، واستدار أولا إلى الشرق ليقول كلمات الوداع لإله الآيس (Ise)، ثم إلى الغرب ليكرر كلمات النمبوتسـو (Nembutsu) (صلاة للاميدا بـوذا). أخذته السيدة «ني» بين ذراعيهـا بقـوة، ومـا أن نطقـت الكلمات الأخيرة: «في أعماق المحيط مملكتنـا» حتى أغرقت نفسها مع حفيدها تحت الأمواج.

دمر أسطـول الهايكي المعد للمعركـة كله. ولم ينج سوى ٤٣ امـرأة وأجبرت هذه النسوة على بيع الأزهـار والعطور الأخرى إلى صيـادي الأسماك على مقربـة من ميدان المعركـة حتى يحين موعـد المحاكمة الإمبراطـورية. وقـد اختفى الهايكيون تقـريباً من التاريخ. ولكن شرذمـة من النساء اللواتي نجـون من المعركة والمحكمـة، وأحفادهن الـذين حملت بهم أمهـاتهم بنتيجـة عـلاقتهـن بصيـادي السمك، أصبحت تحتفل بذكـرى هذه المعـركة. يتم هـذا الاحتفال كل سنـة في ٢٤ نيسان (أبـريل)، ولايزال معمولا به حتى الآن. وهكذا فإن صيادي الأسماك الـذين هم أحفاد الهايكي يرتدون قبعـات سـوداء من القنب الهندي، ويتقـدمـون إلى المقبرة التي تضم قبر الإمبراطـور الذي غرق، وهناك يشاهدون تمثيلية تعـرض الأحداث التي تلت معركة دانو ـ أورا، وظل الناس لقرون عدة يتخيلون أنهم يستطيعون رؤية أشباح جيوش الساموراي وهي تسعى عبثاً إلى نزح ماء البحر بغية تنظيفه من الدم والهزيمة والذل.

يقول صيادو السمك إن رجال الساموراي الهايكيين لايزالون يجولون في قاع بحر الجزر اليابانية حتى الآن، ولكن بشكل سرطانات (سلطعونات). ويوجد هناك على سرطانات ذات علامات غريبة على ظهورها، وأشكال ونقوش تشبه، بشكل غير مريح، وجه الساموراي. ولا تؤكل هذه السرطانات إذا اصطيدت بل تعاد إلى البحر احتراما لذكرى الأحداث الكئيبة في دانو ـ أورا.

تثير هذه القصة مشكلة ممتعة، فكيف يمكن أن يحفر وجه المحارب على الدرع الواقي الذي يغطي جسم السرطان؟ يبدو أن الجواب هو أن الناس هم الذين فعلوا ذلك ثم انتقلت النماذج الموجودة على هذه الدروع بالوراثة. ولكن يوجد بين السرطانات، شأنها شأن الناس، الكثير من الخطوط الموروثة المختلفة. ولنفرض أنه ظهر بالمصادفة بين الأسلاف البعيدين لهذا السرطان نموذج يشبه، وإن قليلا، وجه إنسان ما. فحتى قبل معركة دانو ـ أورا كان صيادو الأسماك سيرفضون أكل مثل هذا السرطان، وإذ يعيدونه إلى البحر فإنما يطلقون العنان لعملية تطور معينة: وإذا كنت أنت سرطانا، وكان درعك الواقي عاديا، فإن الناس سوف يأكلونك، وبالتالي، فإن نسلك سيقل. أما إذا بدا درعك الواقي شبيها، وإن قليلا، بوجه إنسان ما، فسوف يعيدونك إلى البحر، وبالتالي سيزداد نسلك. وهكذا كان للسرطانات ميزة تكاثر محسوس في النماذج الموجودة على دروعهم. ومع تتالي الأجيال سواء فيما يخص السرطانات أو صيادي الأسماك، فإن تلك السرطانات ذات النماذج التي تشبه وجه الساموراي نجت من الموت بنسبة أكبر من سواها، وفي نهاية المطاف لم يعد هناك سرطانات تحمل وجه إنسان، أو وجه إنسان ياباني، ولكن وجدت سرطانات تحمل وجه الساموراي الشرس والعابس. ولم يكن لذلك كله علاقة بما تريده السرطانات. فالانتقاء مفروض من الخارج، وكلما ازداد شبهك بالساموراي أصبح احتمال نجاتك أكبر، وفي نهاية المطاف يصبح هناك عدد كبير جدا من سرطانات الساموراي.

تسمى هذه العملية عملية الانتقاء الاصطناعي. وقد نفذت، في حالة السرطان الهايكي، بشكل غير مقصود من قبل صيادي الأسماك، وبالتأكيد دون أي تفكير جدي من قبل السرطانات. ولكن البشر اختاروا عن عمد تلك النباتات والحيوانات

التي يجب أن تعيش، وتلك التي يجب أن تموت خلال آلاف السنين. ونحن محاطون منذ الطفولة بحيوانات حقل وأخرى منزلية مألوفة وفواكه وأشجار وخضراوات معينة فمن أين كل هذه؟ وهل كانت في يوم ما تعيش حرّة في البراري، ثم استجلبت لتحيا حياة أقل إجهادا في المزارع؟ الجواب هو النفي، والحقيقة هي شيء مختلف تماما. فنحن الذين صنعنا أغلب هذه النباتات والحيوانات.

لم يكن يوجد قبل عشرة آلاف سنة بقر داجن أو كلاب صيد أو عرانيس ذرة كبيرة.

وعندما دجّنا هذه الحيوانات والنباتات علما أن بعض هذه الحيوانات كانت تبدو مختلفة جدا أحيانا عما أصبحت عليه، فقد سيطرنا على عملية توالدها، وأكدنا ضرورة التركيز على أنواع معينة تملك الخواص التي اعتبرناها مرغوبة، وبالتالي عملنا على اعطائها الأفضلية في التوالد. وهكذا فعندما كنا نرغب في امتلاك كلب يساعدنا في حماية الأغنام، فقد انتقينا سلالة ذكية ومطيعة من الكلاب، ولديها موهبة سابقة في الاهتمام بالقطيع، ويمكن الاستفادة منها في الصيد الجماعي. وكذلك فإن اقتناء ذلك العدد الكبير من الحيوانات اللبونة جاء نتيجة لحاجة الناس إلى الحليب والجبن. أما الذرة، والصفراء منها خاصة، فقد جعلت على امتداد حياة عشرة آلاف جيل، أطيب مذاقا، وأكثر فائدة من الناحية الغذائية مما كانت في السابق، وفي الواقع، فقد تغيرت لدرجة لا يمكن معها أن تتكاثر دون تدخل الإنسان.

إن جوهر الانتقاء الاصطناعي، بما يتعلق بالسرطانات الهايكي، والكلب، والبقرة، وعرنوس الذرة، هو كون الكثير من السمات الجسمية والسلوكية للنباتات والحيوانات موروثا، فهي تتوالد فعلا ولكن الناس يشجعون، لأسباب شتى، تكاثر بعض أنواعها، ولا يشجعون تكاثر البعض الآخر منها، ثم تتكاثر الأنواع المنتقاة وتصبح متوافرة بكثرة، بينما تصبح الأنواع الأخرى نادرة وربما تنقرض.

ولكن إذا كان الناس قادرين على توليد أنواع جديدة من النباتات والحيوانات، ألا يجدر بالطبيعة أن تفعل أيضا هذه العملية الأخيرة التي تعرف بالانتقاء الطبيعي.

أمـا كون الحيـاة قد تغيرت بشكـل جوهـري عبر الدهـور، فهـو أمر واضح تماما في التغيرات التي صنعناهـا نحن في الحيوانات البرية والنباتـات خلال فترات قصيرة من وجود البشر على الأرض. وفي الدلائل التي نجـدها في الأحافير(Fossil)، فسجـل هذه الأخيرة يحدثنا بشكل لا غموض فيه عن مخلوقات وجدت في فترة ما بأعداد كبيرة جدا، لكنهـا اختفت الآن كليا. وعموما فإن عدد أنواع النبـاتات والكائنـات الحية التي انقرضت من الأرض خـلال تاريخها الطويل هـو أكبر بكثير مما بقي منها الآن. وأن مابقي هو النماذج النهائية أو الأخيرة لتطورها.

وحدثت التغيرات الوراثيـة الناجمة عن التدجين بسرعة كبيرة. فـالأرنب لم يدّجن حتى بدايـة القرون الوسطى (جرى توليـده من قبل الرهبان الفرنسيين الـذين ظنوا أن النماذج الجديدة ستكـون أنواعا من السمك، وبـالتالي يمكن استثناؤهـا من اللحوم المحـرم أكلهـا في بعض أيام التقـويم الكنسي). والقهـوة دجنّت في القـرن الخامس عشر، بينما لم يـدّجن الشـوندر السكـري إلا في القـرن التاسع عشر، أمـا المنك وهـو حيوان ثـدييّ لاحم فلايزال في المراحـل الأولى من التدجين، وفي أقل من عشرة آلاف سنـة استطـاع التـدجين زيـادة وزن الصـوف الذي يغطـي جسم الغنم من أقل من كيلوغـرام واحد الى عشرة أو عشرين كيلـوغرامـا، كما استطاع زيـادة حجم الحليب الذي تعطيه بقرة واحدة خلال فترة الـرضاعة من بضع مئات من السنتمترات المكعبة إلى مليون سنتمتر مكعب. وإذا استطاع الانتقاء الاصطناعي أن يحقق هذه التغييرات الرئيسية في فترة زمنية قصيرة، فماذا يجب أن يستطيع فعله الانتقاء الطبيعي الذي امتد عملـه خـــلال مليـارات السنين؟ والجواب هـــو كل هـذا الجمال والتنـــوع في العـالم البيولوجي. فالتطور هو حقيقة، وليس مجرد نظرية.

يتمثل كون ميكانيكية التطور انتقـاء طبيعيا في الاكتشاف العظيم المرتبط باسميّ تشارلز داروين، والفريد راسل والاس (Alfred Russel Wallace). فمنذ أكثر من قرن، أكد هـذان العالمان أن الطبيعة خصبة ومثمـرة، وأن الحيوانات والنباتـات تولد بأعداد أكبر بكثير مما يمكن أن يستمر منها في البقاء، وبالتالي، فإن البيئة تنتقي تلك الأنواع التي تكون بالمصادفة أكثر ملاءمة للبقاء، وهكذا فإن التحولات العضوية أي

تلك التغيرات التي تحدث فجأة في الـوراثـة، هي أمـر واقع. وهي تقـدم المادة الخام للتطور. فالبيئـة تنتقي تلك التحولات القليلة التي تحسن البقـاء، وتؤدي إلى سلسلة من التغيرات البطيئة من شكل حيوي إلى آخر، يكوّن الأصل لنوع جديد[١].

وقد قال داروين في كتابه «أصل الأنواع» مايلي:

«إن الإنســان لا يحقق التغيير فعلا. ولكنـه يعمل فقط على تعـريض الكائنـات العضـويـة بشكل غير متعمد لشروط حيـاة جـديـدة، ثم تؤثـر الطبيعـة في التنظيم وتسبب التغيير. ولكن الإنسان يستطيع أن ينتقي فعلا التغيرات التي تقدمها الطبيعة إليه، وبـالتالي فهو يجمّع هـذه التغيرات بالطريقـة التي يرغبها. وهكـذا فهو يكيّف الحيوانات والنباتات حسب مصلحته أو رغبته، وقد يفعل ذلك بشكل مخطط أو غير شعوري بالحفاظ على الحيوان أو النبات الأكثر فائدة له في ذلك الوقت دون أي فكرة بشأن تغيير النوع... ولا يوجد أي سبب واضح يجعل المبادىء التي عملت بفعالية في التـدجين لا تعمل أيضـا في الطبيعـة... فعـدد المواليـد أكبر من القـدرة على البقـاء... وأن أقل مـزيـة في كـائن حي مـا، في أي عمـر أو فصل، أو أي تكيف أفضل مع الظروف الماديـة المحيطة. سوف يرجح مهما ضعفت درجتـه كفة الميزان في المنافسة مع الكائنات الأخرى».

كتب ت. هـ. هكسلي المدافع الأكثر حماساً عن نظرية التطور، والمروج الشعبي لها: «إن منشورات داروين ووالاس كانت «ومضة ضوء» كشفت فجأة الطريق لذلك

(١) نجد في الكتـاب السري المقدس لقبـائل المايا (البـوبول فـوه) أن مختلف أشكال الحيـاة موصـوفة باعتبـارها محاولات غير ناجحـة من قبل الآلهة الذين كـانوا يريـدون خلق الإنسان. فـالمحاولات الأولية كـانت بعيدة عـن النجاح، وأدت إلى خلق الحيـوانات الأقل أهميـة، بينما أدت المحاولات التالية إلى خـلق القرود أي أنها كانت قريبة من النجاح. أما الأسطورة الصينية فتقول إن الكائنات البشرية خلقت من القمـل الذي وجد على جسم الإله بان كو (Pan Ku).
وفي القرن الثامن عشر اقترح دي بـوفون أن الأرض هي أقدم بكثير مما يـرى الكتاب المقدس، وأن أشكـال الحياة تغيّرت ببطء خـلال الألف سنة الأخير، ولكنـه قال إن القـرود هي الجدود البائسـة للبشر. وإذا كانت هـذه الأفكار لا تعكس بدقـة، عملية التطـور التي يصفها داروين ووالاس، فإنها قـد إستبقتهـا، شأنها شأن وجهـات نظـر ديموقـريطيس، وامبيـد وكل، والعلماء الأيـونيين الآخرين.

الإنسـان الذي كـان قد ضـل طريقـه في الليل البهيم. وسـواء قادتـه إلى منزلـه أم لم تفعل، فإنها جعلته يسير في الاتجاه الصحيح.. وكنت فكـرت عندما اطلعت بعمق على الفكرة الـرئيسية في «أصـل الأنواع» في مدى غبـائي الذي جعلنـي لا أفكر بهذا الأمر من قبل! «وأنا افترض أن رفاق كولـومبوس قالوا الشيء ذاته.. فحقائق التغير في الصراع من أجل الوجود، وفي التكيف مع الشروط الراهنـة، كانت معروفة بشكل كاف؛ ولكـن أحداً منا لم يتصـور أن الطريق إلى قلـب مشكلة الأنواع يكمـن فيها، حتى جاء داروين ووالاس وأزاحا الظلمة».

لقـد صدم العـديد مـن الناس، ولايـزالون، بـالتأخـر في كشف فكرتي التطـور والانتقاء الطبيعي. كان أجدادنا قد نظروا بكثير من الإعجاب إلى الحياة على الأرض، وإلى مـدى التلاؤم بين العضـويـات ووظـائفها، ورأوا الـدليل على وجـود «المصمم الأعظم» فأبسط عضـوية مـؤلفـة من خلية واحـدة هي أعقـد بكثير من أدق ساعـة جيب، ومع ذلك فإن ساعـات الجيب هذه لا تستطيع تـركيب ذاتها بشكل عفوي، أو تتطور في مراحـل بطيئة، وذاتيا انطلاقا على سبيل الافتراض مـن الساعات الأكبر عمرا، أي من الأجداد والآباء، وهكذا فإن صنع السـاعة يحتاج إلى صانع ساعات. وبدا أنه لا تـوجد أي طريقة يمكن بـوساطتها أن تتجمع الذرات والجزيئـات تلقائيا لتخلق عضويات من النوع المعقد جدا وذي الوظائف الذكية، على غرار مايحدث في كل منطقة من منـاطق الأرض. وعمومـا فإن كون كل شيء حي قـد صمم خصيصا بحيث لا يمكن لنوع ما أن يتحول إلى آخر، هو أمر يتـلاءم تماما مع ما عرفه أجدادنا الذين لم تكن لديهم سـوى سجلات تاريخية محدودة عن الحياة وأن الفكـرة القائلة إن كل عضـويـة كانت قـد صنعت بـدقـة من قبل «المصمم الأعظم»، أضفت سمتي الأهمية والنظام على الطبيعة، وأعطت أهمية كبيرة أيضـا إلى الكائنات البشـرية لانزال متعلقين بها حتى الآن. إن «المصمم» هو تفسير طبيعي، ومشوق، وإنسـاني عموما للعالم البيولوجي (العالم هنا هو المكان وليس الإنسان). ولكن داروين ووالاس أظهرا أنه توجد طريقة أخرى لا تقل تشويقـا وإنسانية عما ذكر، ناهيك عن كونها ملزمة أو أكثر إلزاما هي الانتقاء الطبيعي الذي يجعل موسيقى الحياة أجمل على مر الدهور.

وعندما كنت طالبا في إحدى الكليات العلمية في بداية أعوام الخمسينات، ساعدني الحظ في أن أعمل في مخبر هـ. ج. مولر، وهو اختصاصي في علم الوراثة كان اكتشف أن الإشعاع يسبب تحولات عضوية. كان مولر أول من لفت نظري إلى سرطان الهايكي باعتباره مثالا على الانتقاء الاصطناعي. ولكي أتعلم الجانب العلمي من علم الوراثة فقد عملت عدة أشهر في ذبابة الثمار المعروفة باسم دروزفيلا ميلانو غاستر (Drosophila Melano Gaster) (التي تعني عاشقة الندى ذات الجسم الأسود)، وهي مخلوق ناعم ودقيق جدا له جناحان، وعينان كبيرتان. كنا نحفظ هذه الذبابات في قناني الحليب، وكنا نعرضها لنوعين من التغيير لنرى ماهي الأشكال الجديدة التي تنتج عن إعادة ترتيب الجينات الأبوية، وعن التحولات الطبيعية والاصطناعية. كانت الإناث تضع بيوضها على نوع من دبس السكر الذي كان التقنيون يضعونه في القناني، ثم تغلق هذه الأخيرة، وننتظر أسبوعين لكي تصبح البيوض المخصبة يرقات، وتتحول اليرقات إلى خادرات*. وتتحول الخادرات إلى ذبابات ثمرية كاملة.

كنت في أحد الأيام أنظر عبر ميكروسكوب مزدوج ذي قوة ضعيفة إلى مجموعة ولدت حديثا من ذبابات الدروزوفيلا (Drosophila) جرى تخديرها بقليل من الإيثير. وكنت مشغولا بفصل مختلف أنواعها بفرشاة مصنوعة من شعر الجمل. دهشت إذ وقع نظري على نوع مختلف تماما ولم يكن الاختلاف في صفة واحدة كالعينين الحمراوين عوضا عن العينين البيضاوين، أو الرقبة المغطاة بالشعر عوضا عن الرقبة العارية. كان الأمر شيئا آخر ويقوم بوظيفته جيدا. فالذبابة الجديدة لها عدد أكبر من الأجنحة وهوائيات من الريش أطول من سابقاتها. واستنتجت أن المثال على تغير تطوري رئيسي في جيل واحد ـ وهو الأمر الذي قال عنه مولر إنه لا يمكن أن يحدث ـ قد حدث فعلا، وفي مخبره، وكانت مهمة صعبة وغير مريحة أن أشرح ذلك له.

قرعت باب مكتبه واجفاً، فجاء الجواب «ادخل» وعندما دخلت وجدت الغرفة

* الخادرة هي الحشرة في الطور الانتقالي بين اليرقة والحشرة الكاملة ـ المترجم.

مظلمة إلا مـن مصباح صغير يضيء الميكـروسكوب الذي كـان يعمل بـه. وفي هذا المكان المعتم تعثرت في شرحي لما حـدث من أنني وجدت فعلا نوعـاً مختلفاً جداً من الـذبـاب. وكنت متأكـدا أنه خـرج من إحـدى الخادرات في دبس السكـر، ولست أقصــد أن أزعـج مولـر. . . لكنـه وجـه السؤال التـالي: «هل تشبه الليبيـد وبتيرا (Lepidoptera) أكثر مما تشبه الديبتيرا (Diptera)؟ كان وجهـه مضاء من الأسـفل، ولم أفهـم ماذا عني بـذلك. فكنا عليه أن يوضح الأمـر قائلا: «هل لها أجنحة كبيرة؟ وهل لها سياط من الريش؟ فأومأت برأسي إلى الأسفل مؤكدا الموافقة على كلامه.

أشعل مولر النور في المصباح الموجود فوق رأسه وابتسم برقة. تلك قصة قديمة. كان هناك نوع من الفراشات قد تكيف مـع ذباب الدروزوفيلا في مخابر علم الوراثة. ولم يكن يشبـه ذباب الثمار ولا عـلاقـة له بـه، ولكنه كـان يـريد دبس السكـر، وفي اللحظـة التي كـان فيهـا تقتني المخبر يفتح ويغلق قنينـة الحليب لكي يضيف، على سبيل المثال، بعضـا آخر من ذباب الثمار كـانت الفراشة الأم تغـوص في القنينة، ثم تهرب منها تـاركة في أثنـاء ذلك بعض بيوضهـا على دبس السكر ذي الطعم اللـذيذ وبالتـالي، فلم أكتشف تحولا كبيرا، بل عثـرت على تكيف آخر رائع في الطبيعـة كان هو ذاته نتيجة لتحول صغير وانتقاء طبيعي.

إن سرَّي التطور هما الموت والـزمن. فالموت مصير تلك الأعـداد الكبيرة جدا من أشكـال الحياة التي تتكيف بشكل نـاقص مع الـوسط المحيط، والـزمن هو الـوقت الـلازم لتلك السلسلـة الطـويلـة الأمـد مـن التحـولات الصغيرة التي تقبل التكيف «بالمصادفة»، وهو أيضا الوقت اللازم لتراكم النماذج ذات التحولات الملائمة. ولكن جزءا من مقاومـة ماجاء به داروين ووالاس يأتي من الصعوبة التي نعـانيها في تصور مرور ألف سنة من الزمن بينما نعاني أقل من ذلك بكثير في تصور مرور الدهور ذاتها. فماذا تعني سبعون مليـون سنة للكائنـات الحية التي تعيش جزءا من مليـون جزء من هذه المدة؟ إننا هنا أشبه مانكون بالفراشات التي تحلق يوما كاملا وتظن أنها ستحلق إلى الأبد.

إن ماحدث هنـا على الأرض يمكن أن يكون نموذجيا بـدرجة أكبر أو أقل لتطور

الحياة في عدة عوالم. ولكن إذا أخذنا تفاصيل من نوع كيمياء البروتينات أو طب الجهاز العصبي في الدماغ، فإن قصة الحياة على الأرض يمكن أن تكون فريدة من نوعها في مجرة درب اللبانة كلها، فالأرض تتكثف من الغاز والغبار الموجودين بين المجرات من ٤,٦ مليار سنة تقريبا. ونحن نعرف من سجل الأحافير أن الحياة نشأت بعد ذلك فورا، وربما قبل ٤ مليارات سنة، في مستنقعات ومحيطات الأرض الوليدة. كانت الأشياء الحية الأولى غير معقدة على غرار ماهي عليه العضوية ذات الخلية الواحدة التي تعد شكلا معقدا من أشكال الحياة. أما أولى المتحركات فكانت أكثر تواضعا ففي تلك الأيام المبكرة كان البرق والأشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس تحطم جزيئات الجو الأولى الغنية بالهيدروجين، ثم لا تلبث هذه الشظايا أن تتحد تلقائيا لتشكل جزيئات أكثر تعقيدا. وكانت نواتج هذه الكيمياء المبكرة تنحل في المحيطات مشكلة نوعا من الحساء العضوي يزداد تعقيده بالتدريج إلى أن جاء يوم بمحض المصادفة نشأت أو تشكلت فيه تلك الجزيئة القادرة على صنع نسخ مماثلة لذاتها مستخدمة جزيئات الحساء الأخرى أحجار بناء.

ذاك كان هو الجد الأقدم للحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين الذي يعرف باسم (دنا) DNA ويشكل جزيئة الحياة الرئيسية على الأرض وهو في شكل السلم المطوي حلزونيا، الذي تتكون دعائمه من أربع جزيئات مختلفة، تشكل الأحرف الأربعة للرمز الوراثي. تدعى هذه الدعائم النوكليوتيدات (Nucleotides)، وهي التي تعطي التعليمات الوراثية لصنع عضوية معينة. ولكل شكل من أشكال الحياة على الأرض مجموعة مختلفة من التعليمات تكتب أو توضع باللغة ذاتها حتما. الاختلاف في هذه التعليمات هو السبب في اختلاف الكائنات العضوية، والتحول أو الطفرة الوراثية هي تغير في النوكليوتيد يعاد نسخه في الجيل التالي الذي يولد فعلا، وبما أن التحولات هي تغيرات نوكليوتيدية تحدث عشوائيا فإن أغلبها يكون مؤذيا أو مميتا ويعمل على إيجاد إنزيمات لا تقوم بوظائفها. ولابد من الانتظار فترة طويلة حتى يتمكن التحول من جعل الكائن العضوي يعمل بشكل أفضل. ومع ذلك فإن هذا الحدث غير المحتمل، والذي هو عبارة عن تحول صغير ومفيد في نوكليوتيد

لا يبلـغ طــوله ســوى جـزء من عشــرة ملايين جزء من السنتمتر، هــو الذي يجعل التطور ينطلق.

كـانت الأرض قبل أربعـة مليـارات من السنين بمثـابـة «حـديقـة عـدن مليئـة بالجزيئات». ولم توجد حتى ذلك الوقت أي حيوانات مفترسة. وعملت بعض هذه الجزيئات على التكاثـر (التوالد الذاتي) دون مهارة، وتنـافست على «أحجار البناء»، وبالتالي خلقت نسخا غير متقنة من ذاتها، وإذ استمـرت عملية التكاثر هذه وجرت التحولات وعمليـات الانقراض الانتقـائي للأنـواع الأقل فعاليـة، فإن التطـور سار خطوات إلى الأمـام حتى على المستوى الجزيئي. ومع مرور الزمن أصبح التكـاثر يتم بشكل أفضل. وفي نهاية المطاف اتحدت الجزيئات ذات الوظائف المتخصصة بعضها بالبعض الآخـر مكونـة نوعـا من التجمع الجزيئي هو الخليـة الأولى. خلايـا النبات تملك الآن مصانع صغيرة للجـزيئات تعرف بالكلـوروبلاست (Chloro Plast) أو الجسيمات الصـانعة الخضراء. وهي مسـؤولـة عن، أو تجري فيهـا ـ عمليـة التركيب الضوئي، أي تحويل ضـوء الشمس والماء وثاني أكسيـد الكربـون إلى كاربـوهيدرات وأكسجين، أما الخلايـا في الدم فتحتـوي على نوع مختلف من معـامل الجزيئات هي الجسيمات الكوندرية أو المصـورات الحيوية (Mitochondrion) التي تركـب الغذاء والأكسجين لتستخرج منها طاقـة مفيدة وعموما فإن هـذه المصانع الموجودة الآن في خلايا النبات والحيوان، ربما كانت في يوم ما مجرد خلايا مستقلة يعيش بعضها منعزلا عن البعض الآخر.

وقد حدث قبل ثلاثة مليارات من السنين، أن عددا من النباتات الوحيدة الخلية انضمت معا، ربما بسبب أن أحـد التحولات منع إحدى الخلايا من الانفصـال بعد أن انقسمت إلى خليتين. عن ذلك تطــورت أولى العضـويـات المتعــددة الخلايـا. وهكذا فإن كل خليـة من جسمنا هي نوع مـا من الوحدات الإداريـة المستقلة، وإن كـانت في يوم مـا أجزاء مستقلـة ثم تجمعت معا للصـالح العام، وأصبح كل واحـد يتكون من مائة تريليون (التريليون هو ألـف مليار) خلية. وهكذا فكل منا هو حشد كبير من كائنات حية.

يبدو أن الجنس اخترع قبل مايقرب من ملياري سنة. أما قبل ذلك فلم تكن العضويات المختلفة تنشأ من تراكم التحولات العرضية أي بانتفاء التغيرات حرفا بحرف، من الدليل الوراثي ولابد أن التطور كان بطيئا إلى حد ثقيل ومع اختراع الجنس أصبح من الممكن لكائنين عضويين مختلفين تبادل فقرات وصفحات وكتب كاملة من شفرة (Code) كل منهما وانتاج أنواع جديدة جاهزة للانتقاء. وتنخرط العضويات المنتقاة في الجنس، لكن التي لا تجد هذا ممتعا أو مهما سرعان ماتنقرض. ولا يصح ذلك على الميكروبات فقط قبل ملياري سنة، فنحن البشر نملك أيضا رغبة ملموسة في تبادل أجزاء من الـ (دنا) DNA.

وقبل مليار سنة استطاعت النباتات التي عملت متعاونة فيما بينها أن تحدث تغييرا مذهلا في بيئة الأرض. فالنباتات الخضراء تولد الأكسجين الجزيئي. وبما أن المحيطات كانت آنذاك مليئة بالنباتات الخضراء البسيطة فإن الأكسجين بدأ يصبح مكونا رئيسيا في جو الأرض، مغيرا إياه، دون عودة من طابعه الأصلي الغني بالهيدروجين، ومنهيا تلك المرحلة من تاريخ الأرض التي كانت فيها مادة الحياة تصنع بوساطة عمليات غير بيولوجية. ولكن الأكسجين يميل إلى جعل الجزيئات العضوية تتفتت إلى أجزاء، وبالرغم من ولعنا به فإن الأكسجين، سام تماما للمواد العضوية غير المحمية. وقد شكل التحول إلى جو مؤكسد أزمة حادة في تاريخ الحياة، وأدى إلى فناء عدد كبير من العضويات التي لم تستطع التكيف مع الأكسجين. ولايزال يوجد حتى الآن عدد قليل من الكائنات الحية البدائية - كالبوتوليزم *وعصيات الكزاز (Botulism and Tetanus Bacilli) لا يمكنه العيش إلا في بيئة خالية من الأكسجين. أما الآزوت في جو الأرض فهو خامل كيميائيا بدرجة أكبر من الأكسجين، وبالتالي، فهو ألطف منه. ولكن الآزوت هو الآخر يحافظ عليه بيولوجيا. وهكذا فإن ٩٩ بالمئة من جو الأرض هو من أصل بيولوجي.

كانت العضويات السائدة في أغلب فترة المليارات الأربعة من السنين التي مرت

(*) عصية لاهوائية تنمو في المعلبات واللحوم غير المطبوخة - المترجم.

منذ نشوء الحياة هي الطحالب المجهرية ذات اللون الأزرق المخضر، والتي كانت تغطي المحيطات وتملؤها. أعقب ذلك قبل نحو ٦٠٠ مليون سنة أن تحطمت سيطرة الطحالب التي كانت تحتكر الأرض وحدث انتشار واسع النطاق لأشكال جديدة من الحياة. عرف هذا الحدث بانفجار كامبريان. إن ظهور الحياة بعد نشوء الأرض مباشرة تقريبا يوحي بأن الحياة يمكن أن تكون عملية كيميائية حتمية على أي كوكب مشابه للأرض، . لكن هذه الحياة لم تتطور إلى أكثر من طحالب زرقاء تميل إلى الخضرة خلال ثلاثة مليارات سنة، وربما يوجد أيضا الكثير من الكواكب الأخرى التي توجد فيها أعداد كبيرة من الميكروبات، ولكن ليس فيها حيوانات كبيرة الحجم وخضار.

وما أن حدث انفجار كامبريان حتى أصبحت المحيطات تزخر بالكثير من مختلف أشكال الحياة، فقبل ٥٠٠ مليون سنة وجدت كميات كبيرة من حيوان ينتمي إلى ثلاثيات الفصوص يدعى تريلوبايت (Trilobite) وهو حيوان جميل البنية، يشبه الحشرات الكبيرة قليلا، تجمّع بعض أفراده في حشود كبيرة في قاع المحيطات. كانت هذه الحيوانات تخزّن البلّورات في عيونها لكشف وتجنب الضوء المستقطب الذي يؤذي العين. ولم يعد الآن وجود لحيوان التريلوبايت الذي اختفى نهائيا منذ نحو مائتي مليون سنة. وكثير من النباتات والحيوانات التي كانت الأرض تحتوي عليها لم يعد لها أي أثر الآن. وبالتأكيد فإن أي نوع من أنواع الكائنات الحية الموجودة حاليا لم يكن موجودا على الكرة الأرضية في وقت ما. ولا يوجد أي أثر في الصخور القديمة لحيوانات مثلنا. فالكائنات بأنواعها تظهر، وتعيش لفترة تطول أو تقصر، ثم تختفي من الوجود.

يبدو أن الأنواع كانت قبل انفجار كامبريان تتوالى أحدها بعد الآخر ببطء، وربما يعود ذلك في جزء منه إلى أن معلوماتنا عنها تتضاءل بشكل حاد كلما أوغلنا في الزمن البعيد، ففي التاريخ المبكر لكوكبنا لم تكن توجد أجزاء صلبة إلا لدى القليل من العضويات ولا تخلف الكائنات ذات الأجزاء غير الصلبة سوى القليل من الأحافير. ولكن نجد، من ناحية أخرى، أن معدل الظهور البطيء لأشكال عضوية جديدة

فعلا كان أمرا حقيقيا قبل انفجار كامبريان. ثم إن التطور الدؤوب لبنية الخلية وكيميائها الحيوية لم ينعكس فوراً في الأشكال الخارجية التي كشفت في سجل الأحافير. أما بعد انفجار كامبريان، فإن التكيفات الحادة الجديدة جاء أحدها بعد الآخر، بسرعة مذهلة نسبيا، فظهرت بسرعة وعلى التوالي، أول سمكة، وأول حيوان فقاري، بينما بدأت النباتات التي وجدت في المحيطات حصرا حتى ذلك الوقت تغزو اليابسة. وظهرت أيضا أول حشرة ليصبح أحفادها طلائع غزو الحيوانات لليابسة. وتبع ذلك ظهور الحشرات المجنحة والمخلوقات البرمائية من نوع السمك الرئوي* . التي تستطيع العيش على اليابسة وفي الماء. وظهرت أولى الزواحف وأولى الأشجار، وتبعتها الديناصورات، فالثدييات ثم أول الطيور وأولى الأزهار. ولم تلبث الديناصورات أن انقرضت، ولكن ظهرت عندئذ الحيوانات البحرية الثديية التي هي أجداد الحيتان والدلافين. وفي الفترة ذاتها ظهرت الرئيسات (Primates) التي هي أجداد السعادين، والقرود، والبشر(٢). ومنذ أقل من عشرة ملايين سنة ظهرت المخلوقات الأولى التي تشبه البشر، ورافقت ذلك زيادة ملموسة في حجم الدماغ، ثم ظهر أول إنسان حقيقي قبل بضعة ملايين فقط من السنين.

نشأت وترعرعت الكائنات البشرية في الغابات، ولدينا نحن البشر ألفة وانجذاب إلى هذه الغابات. فما أروع الشجرة التي تتوجه نحو السماء وأوراقها تحصد ضوء الشمس لتقوم بعملية التركيب الضوئي، وتنافس الأشجار في إلقاء ظلها إحداها على الأخرى. وإذا مانظر الإنسان إلى الطبيعة بتمعن، فإنه يستطيع غالبا أن يرى شجرتين تندفعان نحو الأعلى وتشقان طريقهما في السماء بتناسق منقطع النظير. ثم إن الأشجار هي مكائن جميلة وكبيرة تستمد طاقتها من ضوء الشمس، وتأخذ الماء من الأرض، كما تأخذ ثاني أكسيد الكربون من الهواء، محولة هذه المواد

---

* سمك يتنفس بوساطة رئة هوائية وخياشيم ـ المترجم.

(٢) توجد لدى الرئيسيات أدمغة مؤلفة من ثلاثة أقسام بينما تتألف أدمغة سائر الكائنات الحية من قسمين فقط، وعموما فإن القسم الثالث هو القسم المفكر، وهو متطور في الإنسان أكثر منه في السعادين والقرود (انظر كتاب تطور الدماغ للمؤلف كارل ساغان) ـ (المترجم).

إلى غـذاء تسـتخدمه هي ونستخدمـه نحن. فالنبـات يستخدم الكربوهيدرات*. بوصفهـا مصدراً للطـاقة يـؤمن لها الاستمرار في عملهـا الوظيفي. أمـا نحن البشر، والحيوانات، فإننا متطفلون على النباتـات، نسرق منها الكربوهيدرات لكي نستطيع القيام بعملنـا. فعندما نأكل النباتـات تتحد الكربوهيـدرات بالأكسجين المنحل في دمنا بسبب ولعنا بتنفس الهواء، وبالتالي نستمد الطاقة التي تجعلنا نتحرك. وفي هذه العملية نطرح ثاني أكسيد الكربون (يعرف أيضا بغاز الفحم) الذي لا تلبث النباتات أن تأخذه من الهواء لتصنع منـه المزيد من الكـربوهيدرات. فما أعجب هـذا التعاون بين النبـاتات والحيـوانـات التي يتنفس أحدهـا مـايزفـره الآخـر. إنه ذلك النـوع من الإنعاش المتبادل من فم إلى آخر والذي يجري في الكـرة الأرضية كلها، مستمدا طاقته من نجم (هو الشمس) يبعد عنا ١٥٠ مليون كيلومتر.

يوجد عشرات المليـارات من أنواع الجزيئات العضويـة المعروفة. مع ذلك، فإن خمسين نوعا منهـا فقط يستخدم للنشاطات الحيوية الـرئيسية وتستخدم النماذج ذاتها مرة بعد مـرة وباستمرار وذكاء في مختلف الـوظائف الحيوية. ونجـد في صميم الحياة على الأرض أي في البروتينات التي تسيطـر على كيمياء الخليـة وفي الحموض النـووية التي تحمل التعليمات الوراثيـة، تلك الجزيئات التي هي متماثلـة بصورة جوهـرية في النباتـات والحيوانات كلهـا. فشجرة السنـديان وأنا مصنـوعان من المادة ذاتها، وإذا عدنا بعيدا في الزمن نجد أنه كان لنا جد واحد.

إن الخليـة الحية هي نظـام معقد وجميل كعـالم المجرات والنجـوم. وقد استمـرت الآليـة الدقيقـة للخليـة في التـطور الـدؤوب خـلال أربعة مليـارات من السنين. وتتحول أجزاء الطعام بمثل فعل السحر إلى أجهزة خلوية. فكرية الدم البيضاء اليوم هي ورقـة سبانخ الأمس. كيف تقـوم الخليـة بهذا العمل؟ الجواب هو أنـه يوجـد في داخلهـا متاهـة أو شبكـة من الممـرات المعقدة وبنيـة هنـدسيـة متقنة تحافظـان على تكوينهـا، وتحولان الجزيئـات، وتخـزنان الطـاقة وتهيئـان لعمـلية التوالـد الذاتي.

*أو السكريات وهي مواد مؤلفة من كربـون وهيدروجين وأكسجين كالسكر العادي - سكر القصب - والنشاء - المترجم.

وإذا استطعنا أن ندخل إلى الخلية فسوف نرى أن الكثير من الأقسام الجزيئية مؤلفة من جزيئات البروتين، وأن بعضها في حالة نشاط محموم، بينما يكون البعض الآخر في حالة انتظار. وأهم البروتينات هي الإنزيمات (الخمائر) والجزيئات التي تسيطر على التفاعلات الكيميائية في الخلية. فالخمائر هي كالعمال الذين يعملون في خطوط التجميع، يختص كل منها في عمل جزيئي معين. نذكر منها، على سبيل المثال، الخطوة الرابعة في صنع نوكليوتيد غوانوزين الفوسفات (Nucleotide Guanosine Phosphate)، أو الخطوة الحادية عشرة في تفكيك جزيئة السكر الذي تستمد الطاقة منه، وهي النقود التي تدفع للقيام بوظائف خلوية أخرى. ولكن الإنزيمات لا تدير العمل، بل تتلقى التعليمات، وهي في الواقع تصنع بناء على أوامر ترسل من العناصر المسؤولة. والجزيئات القائدة هي الحموض النووية التي تعيش معزولة في «مدينة» محرمة في العمق الداخلي أو في نواة الخلية.

وإذا دخلنا عبر أحد المسامات إلى نواة الخلية فسوف نجد شيئا ما يشبه انفجارا في معمل معكرونة، حيث نجد حشداً مشوشاً من الوشائع والخيوط التي هي نوعان من الحموض النووية هما الحمض النووي الريبي المنقوص الأكسجين (دنا) DNA الذي يعرف ماذا يجب أن يعمل، والحمض النووي الريبي (رنا) RNA الذي ينقل التعليمات الصادرة عن النوع الأول (دنا) DNA إلى سائر أجزاء الخلية. وتلك هي أفضل ما استطاعت أن تنتجه أربعة مليارات سنة من التطور لاحتواء المجموعة الكاملة من المعلومات المتعلقة بكيفية صنع الخلية، والشجرة، والإنسان ذاته، إن كمية المعلومات الموجودة في الحمض النووي البشري تحتاج إذا أردنا كتابتها باللغة العادية إلى مئة مجلد كبير، وفضلا عن ذلك فإن جزيئات الحمض النووي تعرف كيف تصنع، فيما عدا بعض الاستثناءات النادرة جدا، نسخا مماثلة لذاتها. إنها تعرف الكثير جدا.

والحمض النووي (دنا) DNA هو حلزون مزدوج، ويشبه خيطاه الملتفان أحدهما على الآخر درجا أو سلما حلزونيا. وإن توالي أو انتظام النوكليوتيدات على أي من هذين الخيطين المكونين له هو لغة الحياة وخلال التوالد ينفصل الحلزونان بمساعدة

بروتين خاص بـالفصل، ويشكل كل منهما نسخة مماثلة للآخـر من «أحجار البناء» النوكليوتيدية العائمة في السائل اللزج لنوى الخلايا، وما أن تبدأ عملية الفصل حتى يساعـد إنزيم متميز يعـرف بإنزيم النسخ (DNA Polymerase) في التأكـد من أن النسخ يتم بشكل كامل تقريبا.

وإذا ارتكب خطأ ما، فهناك إنزيمات تصحح الخطأ وتبـدل النوكليوتيد الخاطىء بآخر صحيح. هذه الإنزيمات هي مكائن جزيئية ذات قدرات كبيرة جدا.

وتقـوم جـزيئة (دنـا) DNA بالإضـافـة إلى صنـع نسخـة دقيقـة مـن ذاتها، وهذا هو جوهـر الـوراثة بتوجيه نشاطات الخلية، وهو مـايعرف بالاستقلاب[٣] (Metabolism). وذلك بتركيب حمض نووي آخر هو (رنا) RNA الذي يعبر كل واحد منه إلى المناطق النووية الخارجية حيث يسيطر على بناء أحد الإنزيمات في المكان والزمان الصحيحين. وعنـدما يتم كل شيء، تولد جـزيئة إنزيمية واحـدة سرعان ما تبدأ بإصدار الأوامر الخاصة بناحية معينة من كيمياء الخلية.

جزيئـة (دنا) البشرية هي سلّم طـولي يحتوي على مليـار نوكليوتيـد. ولا جدوى هناك من معظم الاتحادات الممكنة للنوكليـوتيدات، فهي يمكن أن تؤدي إلى تركيب بروتينات لا وظيفة مجدية لها. ولا يوجد سوى عدد محدود جدا من جزيئات الحمض النووي الصـالحة لأشكال الحياة المعقـدة كالبشر. ومع ذلك فإن عدد الطـرق المفيدة لجمع الحموض النووية بعضها بالبعض الآخر هو كبير إلى درجة مذهلة، وربما يزيد هذا العدد على مجمـوع عدد الإلكترونات والبروتونات في الكون كلـه. وبالتالي، فإن عدد أفـراد الكائنات البشرية الـذين يمكن أن يخلقوا هو أكبر بمـرات كثيرة جدا من عدد الذين خلقوا حتى الآن: إن القدرة الكامنة المجهولة للجنس البشري هائلة.

ولابد أن تكون هناك طرق للجمع بين الحموض النووية في شكل يمكنها من أداء

---

(٣) الاستقلاب ويسمى الأيض: هو مجمـوعة العمليات المتضمنة تفكك المركبات العضـوية المعقدة إلى مواد بسيطة (الهدم)، ويرافق ذلك تحرر طاقة وتركيب مـركبات معقدة جديدة من مواد بسيطة (البناء)، ويستهلك ذلك كمية من الطاقة. (المترجم).

وظائفها بصورة أفضل، وحسب أي مقياس، من أي كائن بشري عاش حتى الآن. ولحسن الحظ، فنحن لا نعرف حتى هذه اللحظة كيف نجمع السلاسل المتعاقبة للنوكليوتيدات لنصنع منها أنواعا بديلة من الكائنات البشرية. ولكن هناك آفاق ممكنة ومقلقة في أن نستطيع في المستقبل ربما جمع النوكليوتيدات بأي تسلسل متعاقب نريده للحصول على كل ما نريد من الخواص.

يتم التطور من خلال التحول Mutation والانتقاء Selection فالتحولات يمكن أن تحدث خلال التوالد إذا أخطأ إنزيم النسخ في عمله. ولكنه نادرا مايخطىء. وتحدث التحولات أيضا بسبب الإشعاع النووي أو الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عن الشمس أو الأشعة الكونية أو المواد الكيميائية في الوسط المحيط وهذه الأشياء كلها يمكن أن تغير النوكليوتيدات أو تربط الحموض النووية في عقد. وإذا كان معدل التحول عاليا جدا فإننا نخسر إرث تطور عسير استغرق أربعة مليارات سنة. أما إذا كان هذا المعدل منخفضا جدا فإن الأنواع الجديدة لن تكون قادرة على التكيف مع بعض التغير المستقبلي في البيئة. إن كان تطور الحياة يتطلب توازنا أكثر أو أقل دقة بين التحول والانتقاء. وعندما يتحقق هذا التوازن تحدث تكيفات مهمة.

يسبب تغيير نوكليوتيد واحد من (دنا) DNA تغييرا في حمض أميني واحد في البروتين الذي تندرج فيه هذه الـ (دنا) DNA. فكريات الدم الحمراء في الناس الذين ينحدرون من أصل أوروبي تبدو كروية تقريبا أما كريات الدم الحمراء لبعض الناس المنحدرين من أصل أفريقي فإنها تبدو كالمنجل أو الهلال. وتحمل الكريات المنجلية كمية أقل من الأكسجين، وبالتالي يصاب صاحبها بنوع ما من فقر الدم، لكنها تكون في الوقت ذاته مقاومة جدا للملاريا (Malaria). وليس هناك شك في أن الإصابة بفقر الدم أفضل من الموت. هذا التأثير الكبير في وظيفة الدم، وهو من الوضوح بحيث يظهر بسهولة في الصور الفوتوغرافية لكريات الدم الحمراء ينجم عن تغير نوكليوتيد واحد من مجموع عشرة ملايين نوكليوتيد في مادة (دنا) DNA لخلية بشرية نموذجية، ولانزال نجهل نتائج التغيرات في أغلب

النوكليوتيدات الأخرى.

نبدو، نحن البشر مختلفين عن الشجرة. وليس هناك شك في أننا ننظر إلى العالم بشكل مختلف عما تفعله الشجرة، ولكن بعيدا في الأعماق، أي في القلب الجزيئي للحياة فنحن والأشجار متماثلان بصورة جوهرية. فكلانا نستخدم الحموض النووية في الوراثة، ونستخدم أيضا البروتينات بوصفها إنزيمات تسيطر على كيمياء خلايانا، والأهم من ذلك أننا ـ أي نحن والأشجار أيضا ـ نستخدم بدقة كتاب الشيفرة ذاته لترجمة معلومات الحمض النووي إلى معلومات البروتين، شأننا شأن كل المخلوقات الأخرى في كوكب الأرض[٤] التفسير العادي لهذه الوحدة الجزيئية هو أننا كلنا، أي الأشجار والناس وسمك الشص (Angler Fish)، والفطر الغروي (Slime Molds)، والحيوانات الوحيدة الخلية، تحدّرنا من مثال مشترك واحد من أصل الحياة في التاريخ المبكر لكوكبنا، فكيف نشأت إذن الجزيئات الحاسمة؟

نقوم في المختبر الذي أعمل فيه في جامعة كورنيل، بأشياء عدة في الكيمياء العضوية قبل البيولوجية وندّون خلال ذلك بعض أنغام الحياة. فنحن نمزج ونقدح الغازات التي كانت موجودة على الأرض في بداية تشكلها، ومنها غازات الهيدروجين، والماء، والأمونيوم، والميثان، وكبريت الهيدروجين (H_2S) وهذه غازات موجودة حاليا على كوكب المشتري وفي كل أرجاء الكون. والشرارات التي نستخدمها مثل البرق الذي هو موجود أيضا سواء على الأرض في الزمن القديم أو على المشتري

(٤) تبدو الشيفرة الوراثية غير متماثلة في كل أجزاء العضويات على الأرض، وعلى الأقل هناك حالات قليلة معروفة نجد فيها أن النقل من معلومات (دنا) DNA إلى معلومات البروتين في المصورات الحيوية (ميتوكوندريا) Mitochondrion يستخدم كتاب شيفرة مختلفا عن ذلك الكتاب المستخدم من قبل الجينات في نواة الخلية ذاتها. ويشير ذلك إلى الفصل التطوري الطويل الأمد بين الشيفرتين الجينيتين للمصورات الحيوية والنوى. وهذا ينسجم مع الفكرة القائلة إن المصورات الحيوية كانت في يوم ما عضويات تعيش حرة، ثم أدخلت إلى الخلية ضمن العلاقة السيمبيوتية (العلاقة بين عضويتين مختلفتين تعيشان ملتصقتين أو متداخلتين ولصالح الطرفين) والتي حدثت قبل مليارات السنين. وأن التطور والتعقيد الناشئين في هذه العملية السيمبيوتية يمكن أن يقدما الجواب عن السؤال المتعلق بنوعية التطور الذي حدث بين نشوء الخلية وانتشار العضويات المتعددة الخلايا إثر انفجار كامبريان.

في الوقت الراهن. وفي بداية التفاعل يكون الوعاء الذي نستخدمه شفافا والغازات الأولية مرئية كليا. لكن بعد عشر دقائق من قدح الشرارات كنا نرى لونا رماديا غريبا يغطي ببطء جوانب الوعاء، ثم يصبح السطح الداخلي لهذا الوعاء معتما ومغطى بطبقة ثخينة من القطران الأسمر. وعندما كنا نستخدم الأشعة فوق البنفسجية التي تمثل ضوء الشمس في الزمن القديم كنا نحصل على النتائج ذاتها وبدرجة أكبر أو أقل. إن القطران غني جداً بالجزيئات العضوية المعقدة، بما فيها الأجزاء المكونة للبروتينات والحموض النووية. وهكذا يمكن القول إنه من السهل جدا أن تصنع مادة الحياة.

نفذت هذه التجارب لأول مرة في بداية أعوام الخمسينات من قبل ستانلي ميلر، الذي كان آنذاك طالبا جامعيا لدى الكيميائي هارولد أوري. وكان أوري هذا قد أكد مكرها أن الجو الأولي للأرض كان غنيا بالهيدروجين، شأنه شأن أغلب أرجاء الكون؛ وأن هذا الهيدروجين هرب منذ ذلك الوقت من الأرض إلى الفضاء، ولكنه لم يهرب من كوكب المشتري الكثيف والكبير الحجم، وأن نشوء الحياة حدث قبل فقدان الهيدروجين. وبعد أن اقترح أوري أن يتم تعريض هذه الغازات لشرارة سأله أحدهم: ماذا يتوقع أن يعمل من هذه التجربة؟، فأجاب أوري بكلمة «بيلشتاين» (Beilstein) الألمانية، وهو عنوان الخلاصة الوافية الهائلة في ثمانية وعشرين مجلدا تضم جميع الجزيئات العضوية المعروفة من قبل الكيميائيين.

يمكننا إذا استخدمنا فقط الغازات التي كانت موجودة بوفرة في مرحلة مبكرة من عمر الأرض وأي مصدر طاقة يمكنه أن يفك الروابط الكيميائية أن نصنع أحجار البناء الأساسية للحياة. ولكن وعاءنا لم يكن يحتوي إلا على مدونات أنغام الحياة الموسيقية وليس موسيقى الحياة ذاتها.

فأحجار البناء الجزيئية يجب أن توضع معا في تتابع صحيح، والحياة بالتأكيد هي أكثر من الحموض الأمينية التي تصنع بروتيناتها، ومن النوكليوتيدات التي تصنع حموضها النووية. ولكن أمكن تحقيق تقدم مخبري ملموس حتى في ترتيب هذه الأحجار في جزيئات طويلة السلاسل. وجمعت الحموض الأمينية في شروط مماثلة

لشروط الأرض البدائية في جزيئات مشابهة للبروتينات. وسيطر بعضها بشكل ضعيف على التفاعلات الكيميائية المفيدة حسبما تفعل الإنزيمات. ووضعت النوكليوتيدات معا في خيوط الحمض النووي الذي يتسع طوليا لبضع عشرات من الوحدات. وأتاحت شروط صحيحة في أنبوب الاختبار للحموض النووية القصيرة أن تركب نسخا مماثلة لها.

لم يقم أحد حتى الآن بمزج غازات الأرض البدائية ومياهها معا، واستطاع في نهاية التجربة أن يحصل على شيء ما في أنبوب الاختبار، فأصغر الكائنات الحية المعروفة بالفيروئيدات (Veroids) مؤلفة من أقل من عشرة آلاف ذرة، وهي تسبب أمراضا مختلفة في النباتات المزروعة، وربما تكون قد تطورت أخيرا من عضويات معقدة وليس من عضويات أبسط.

وفي الواقع، من الصعب أن نتخيل وجود عضويات أبسط يمكنها أن تكون حية بأي شكل فالفيروئيدات مؤلفة حصرا من الحمض النُووي خلافا للفيروسات التي هي ذات غلاف بروتيني. وهي ليست أكثر من خيط واحد من (رنا) RNA يأخذ الشكل الخطي أو الدائري المغلق. ويمكن للفيروئيدات أن تكون على درجة كبيرة من الضآلة، وتستمر في النمو لأنها طفيليات كاملة ودائمة النشاط. وهي كالفيروسات، تستولي على الآلة الجزيئية لخلية أكبر منها بكثير تقوم بوظائفها جيدا ثم تحولها من مصنع يصنع الخلايا إلى مصنع يصنع الفيروئيدات.

إن أصغر العضويات التي تعيش حرة هي (Pplo) أو العضويات التي تشبه البليروبنيمونيا (Pleuropneumonia - Like Organisma) وما يماثلها من حيوانات صغيرة. وهي مؤلفة من نحو خمسين مليون ذرة هذه العضويات أكثر اعتمادا على الذات وهي إلى ذلك أكثر تعقيدا من الفيروئيدات والفيروسات، ولكن بيئة الأرض حاليا ليست ملائمة جدا لأشكال الحياة البسيطة. ولابد من العمل الشاق لكي يمكن العيش، ولابد من الحذر من الحيوانات المفترسة. ومهما يكن من أمر، ففي التاريخ المبكر لكوكبنا عندما كانت تخلق كميات كبيرة جدا من الجزيئات العضوية بوساطة ضوء الشمس في الجو المشبع بالهيدروجين، أتيحت فرصة الصراع

للعضويات غير الطفيلية البسيطة جدا . وربما كانت أول الأشياء الحية مثل الفيروئيدات التي تعيش حرة لا يزيد طولها على بضع مئات من النوكليوتيدات ، وربما يبدأ العمل التجريبي في خلق مثل هذه المخلوقات من لا شيء في نهاية القرن الحالي . فهناك الكثير الذي يجب فهمه عن نشوء الحياة ، بما فيها نشوء شيفرة الوراثة ، ولكننا لم نبدأ في تنفيذ مثل هذه التجارب إلا منذ ثلاثين سنة فقط ، وعلى رغم أن الطبيعة كانت قد بدأت نشاطها منذ أربعة مليارات سنة ، فإننا قمنا بعملنا ، عموما ، بشكل لا بأس به .

ولكن لا شيء في هذه التجارب فريد بالنسبة لكوكب الأرض . فالغازات الأولية ومصادر الطاقة موجودة في جميع أرجاء الكون . ثم إن التفاعلات الكيميائية من النوع الذي نجربه في أوعية مخابرنا يمكن أن تكون مسؤولة عن المادة العضوية في الفضاء بين النجوم ، وعن الحموض الأمينية الموجودة في النيازك . ولابد أن تكون تفاعلات كيميائية مماثلة قد حدثت في مليار عالم آخر في مجرة درب اللبانة ، فجزيئات الحياة تملأ الكون .

ولكن حتى لو كان للحياة في كوكب آخر نفس الكيمياء الجزيئية للحياة هنا على كوكب الأرض ، فلا يوجد سبب يجعلنا نتوقع أن تكون هذه الكيمياء مشابهة للعضويات المألوفة لدينا . وإذا ما أخذنا في اعتبارنا ذلك التنوع الكبير جدا في الأشياء الحية على الأرض ، نجد أنها كلها تعيش في شروط واحدة ، ولها بيولوجيا جزيئية واحدة أيضا . أما تلك الحيوانات والنباتات الأخرى ، فربما تكون مختلفة بشكل جذري عن أي كائنات عضوية نعرفها هنا ، وقد يوجد هناك تطور مختلف إلى حد ما ، لأنه قد لا يوجد سوى حل واحد لمشكلة بيئية معينة كوجود عينين على سبيل المثال للرؤية المزدوجة في حالات التواتر البصري* .

ولكن الطابع العرضي عموما لعملية التطور يجب أن يؤدي إلى خلق مخلوقات غير أرضية مختلفة جداً عن المخلوقات التي نعرفها .

ولكني لا أستطيع أن أقول لك كيف سيبدو هذا الكائن الحي غير الأرضي . فأنا

* لا يمكن رؤية الأشياء بدقة للوهلة الأولى لو استخدمت عين واحدة ـ المترجم .

مقيد إلى حد كبير بحقيقة كوني لا أعرف سوى نوع واحد من الحياة هو الحياة على الأرض. أما بعض الناس الآخرين، مثل كتّاب الخيال العلمي، والفنانين فقد تصوروا ما يمكن أن تكون عليه الكائنات الأخرى، ولكني أشك في أغلب هذه التصورات عن الكائنات غير الأرضية ويخيل إليّ أن هؤلاء يعتمدون كثيرا جدا على أشكال الحياة التي نعرفها هنا. ولكن أي عضوية تأخذ شكلا معينا نتيجة سلسلة طويلة من خطوات منفردة غير متشابهة. ولا أظن أن الحياة في مكان آخر سوف تبدو شبيهة بالزواحف أو الحشرات، أو البشر، حتى ولو مع بعض الاختلافات التجميلية الصغيرة كالجلد الأخضر أو الآذان والسياط والهوائيات المستدقة. ولكن إذا أجبرتموني، فيمكنني أن أتخيل شيئا مختلفا فعلا.

فعلى كوكب غازي عملاق كالمشتري بجوه المشبع بالهيدروجين، والهليوم، والميثان، والماء والأمونيوم، لا يوجد سطح صلب يمكن الوصول إليه، بل هناك جو غائم وكثيف يمكن أن تتساقط فيه الجزيئات العضوية من السموات على غرار تساقط المن (Manna) *. أو على غرار نواتج تجاربنا المخبرية ومهما يكن من أمر فثمة عائق متميز للحياة على مثل هذا الكوكب هو أن جوّه مضطرب، والحرارة مرتفعة جدا في أعماقه السفلى. يفرض هذا على الكائنات العضوية الحذر من السقوط إلى الأسفل حيث تقلى وتموت.

ولكي نبين أن الحياة في مثل هذا الكوكب المختلف ليست أمرا خارجا عن الحسبان، فقد أجريت، مع زميلي ي. ي سالبيتر E. E. Salpeter في جامعة كورنيل، بعض الحسابات. وبالتأكيد لا نستطيع أن نعرف بدقة مايمكن أن تكون عليه الحياة في هذا المكان، ولكننا أردنا أن نعرف ما إذا كان ممكنا لعالم من هذا النوع، وضمن قوانين الفيزياء والكيمياء، أن يكون آهلا بالسكان.

إن إحدى طرائق العيش في هذه الشروط هي التوالد قبل أن تجف الكائنات على أمل أن تحمل التيارات الهوائية الصاعدة بعض نسلها إلى طبقات الجو الأعلى والأبرد. يمكن أن تكون هذه العضويات صغيرة جدا. ونحن ندعوها العضويات الغاطسة.

* هي الأطعمة التي تتصور الأساطير أن الآلهة كانت ترميها من السماء لكي يعيش عليها البشر - المترجم.

ولكن يمكن أن تكـون عائمـة كبعض بـالونـات الهيـدروجين الكبيرة التي تضخ من داخلها الهليوم والغازات الأثقل ولا تترك سـوى أخف الغازات مثل الهيدروجين، أو بالونـات الهواء الساخن التي تبقى عائمة بالحفاظ على الحرارة في داخلهـا مستخدمة الطاقة التي تستمد من الطعام الذي تأكله الكائنات الحية الموجودة فيها . وعلى غرار البالونات الأرضيـة المألوفة التي تزداد كلما ازداد بابتعادها قـوة عومها التي تحملها إلى المناطق الأعلى، والأبرد، والأكثر أمانا، في الجو. ويمكن لهذا الكائن العائم أن يأكل جزيئات عضوية مشكلة سابقا أو يصنع مايلزمه منها بواسطة ضوء الشمس والهواء، شأنـه شأن النباتـات على الأرض . ويمكن إلى حد مـا أن تزداد قـوة الكائن بـازدياد حجمه . وقـد تصورنا، سـالبيتر وأنا، كائنـات عائمة يصل حجمهـا إلى كيلومترات وتصبح أكبر من أي حوت وجد حتى الآن، وربما بحجم مدينة .

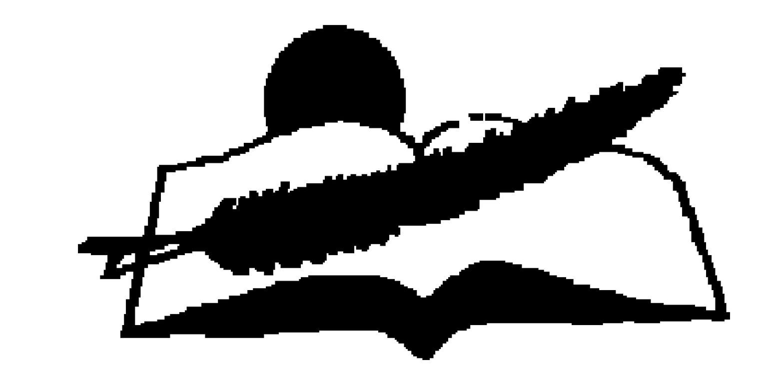
ويمكن للكائنـات العائمـة أن تحرك نفسها في جـو الكوكب بـوساطـة عواصف الغـاز، شأنها شأن المحـرك النفاث أو الصـاروخ . وقـد تصورنـا أن هـذه الكائنـات موجودة في قطعان كبيرة خاملة على امتداد البصر، مكسوة جلودها بعلامات للتمويه والتكيف تشير إلى أنها تواجه مشاكل أيضا . لأن هنـاك على الأقل مشكلة أيكولوجية أخرى في هـذه البيئة هي الصيـد . فالصيـادون سريعون وقـادرون على المناورة، وهم يأكلـون الكائنـات العـائمة من أجـل جزيئـاتها العضـوية ومخزونها من الهيـدروجين النقي ، ويمكن للغاطسات المجوفة أن تكون قد تطورت إلى عائمات أولى، كما يمكن أن تكون العـائمات الذاتيـة الحركة قـد تطورت إلى «أولى الصـائدات» . ولا يمكن أن تكون الصـائدات موجـودة بأعداد كبيرة لأنها إذا استهلكـت العائمات كلهـا، فكنها سوف تموت أيضا .

تسمح الفيزياء والكيمياء بوجود هذه الأشكال من الحياة، وتمنحها الحيلة بعض الميزات . فـالطبيعة على أيـة حال ليسـت ملزمة بـاتباع أفكـارنا، ولكـن إذا وجدت مليـارات العوالم المأهـولة في مجرة درب اللبـانة، فـربما يكون عـدد قليل منها مأهـولا بالغاطسـات والعائمات والصائدات .

إن البيولوجيا أشبـه ماتكون بالتاريخ مما هي بـالفيزياء . فعليك أن تفهم الماضي وتعرفه بتفصيل دقيق لكي تستطيع فهم الحاضر، ولا توجـد حتى الآن أي نظرية تنبؤ

في البيولوجيا، كما لا توجد نظرية مماثلة في التاريخ. والأسباب هي ذاتها، لأن كلا هذين الموضوعين لايزالان معقدين بالنسبة إلينا. ولكننا نستطيع أن نعرف أنفسنا بشكل أفضل إذا فهمنا حالات أخرى. ثم إن دراسة مثال واحد على الحياة غير الأرضية، مهما كان متواضعا، سوف يخلص البيولوجيا من طابعها المحلي، فسيعرف البيولوجيون لأول مرة: ما الأنواع الأخرى الممكنة للحياة. وعندما نقول إن البحث عن الحياة في أماكن أخرى مهم، فنحن لا نضمن سهولة العثور على هذه الحياة، ولكن نؤكد أن الأمر يستحق البحث.

لقد سمعنا ولا نزال نسمع حتى الآن صوت الحياة في عالم واحد صغير فقط. ولكننا بدأنا ننصت أخيرا إلى أصوات أخرى في الترنيمة الكونية.



الفصل الثالث

الجنة والجحيم

الأرض مكـان رائع وهادىء تقـريبـا. فالأشيـاء فيهـا تتغير، لكن ببطء. ونحن نستطيع أن نعيش حياتنا كلها دون أن نواجه على الصعيد الشخصي أي كارثة طبيعية أكثـر عنفـاً من العـاصفـة. وهكـذا، نصبح في حـالـة من الـرضـا، والاسترخـاء، والاطمئنـان. ولكن حـال الطبيعـة مختلف والشـواهـد على ذلك وضحـة للعيـان. فالعـوالم دمرّت. وحتى نحن البشر استطعنا أن نحقق ذلك التفـوق التقني المشكوك فيه والـذى يمنحنا القدرة على صنع كـوارثنا نحن سواء أكـان ذلك عن عمد أو عن إهمال. وفي المشاهد الطبيعية للكواكب الأخرى التي أمكن فيها المحافظة على شواهد الماضي، نجـد الكثير من الـدلائل على كـوارث كبيرة. والأمـر كلـه يتعلق بمقيـاس الزمن. فـالحدث الذي يستبعد وقوعه خـلال مئة سنة، يصبح حتميـاً في مئة مليون سـنة. وحتـى على الأرض بـل في القـرن الـذي نعيـش فيـه، وقعـت أحـداث طبيعية غريبة.

ففي سـاعات الصبـاح الأولى من يـوم ٣٠ حزيـران (يـونيه) من عـام ١٩٠٨، شوهدت في سيبيريـا الوسطى كرة نـارية عملاقة تتحـرك بسرعة عبر السماء. وما إن لامست الأفق حـدث انفجـار كبير أدى إلى تـدمير نحـو ألفي كيلـومتر مـربع من الغـابات، وحـرق آلاف الأشجار بلهيب النيران التي انـدلعت فجأة على مقربـة من موقـع الاصطدام. وأحدث هـذا الانفجار مـوجة صـدمة جـوية دارت مـرتين حول الأرض. وفي خـلال اليومين الـلاحقين لذلك تصـاعـدت كميات كبيرة من الغبـار الـدقيق في الجو لـدرجة كـان يمكن معهـا قـراءة صحيفـة في الليل بواسطـة الضـوء الشحيح لمصـابيح الشـوارع في لنـدن، التـي تبعـد عشرة آلاف كيلـومتر عن مكـان

الحادث. ولم تكلف حكـومة روسيـا القيصرية نفسهـا عنـاء إجراء تحقيق بشأن هـذا الحادث التافـه الذي وقـع بعد كل شيء في مكـان بعيد جدا عنـد شعب التـونغوس المتخلف في سيبيريـا. ولم تصل البعثـة التـي كلفت بـالتحقيق في الحادث ومعـاينـة الأرض واستجواب الشهود إلا بعد عشر سنوات من الثـورة الشيوعية. وفيما يلي نذكر بعض القصص التي عادت بها هذه البعثة:

«في الصباح الباكـر وعندما كان النـاس لايزالون نائمين في الخيمـة، طارت هذه الأخيرة بمن فيهـا إلى الجو. وعندمـا عاد هؤلاء إلى الأرض كـانت العـائلة كلهـا تعاني رضوضا، وكانت «أكوليتا» و«إيفان» قـد فقدا الوعي. وعندما استعادا وعيهما سمعا كثيراً من الضجيج، ورأيا الغابة تحترق من حولهما ومعظم أجزائها مدمرة».

«كنت جـالسا في شرفـة البيت في محطة فـانوفـاراً التجاريـة في وقت تناول طعـام الفطور وأنـا أتطلع نحو الشمال. وعنـدما رفعت فأسيء لكـي أطوق به أحـد البراميل شعرت فجـأة أن السماء تنشق إلى قسمين وبدا القسم الشمالي منهـا عاليا مغطـى كله بالنـار. وفي تلك اللحظة شعرت بحرارة كبيرة كما لـو كان قميصي يحترق. وأردت أن أنـزع القميص وأرميـه بعيـدا، لكن دويـاً في السماء حـدث عنـدئذ، وسُمع صـوت اصطدام هائل، وطرحت على الأرض على مسافة ثلاثة أمتار من الشرفة فاقدا وعيي. هرعـت زوجتي إلى الخارج وحملتني إلى الداخل. وسرعـان ماتلا الاصطـدام ضجيج يشبـه سقوط الأحجـار من السماء، أو صـوت المدافع وهي تطلق قذائفهـا. وارتجت الأرض، وعنـدمـا اضطجعت على سطحهـا غطيت رأسي لأنني خفت أن تصيبني الحجـارة. وفي اللحظـة التي انقشعت السماء، هبت ريح حـارة على الأكـواخ من الشمال كما لو أنها تنطلق من مدفع. وقد تركت آثارها على الأرض...

«عندما جلست لأتناول طعام الفطور قرب محراثي سمعت دوياً مفاجئاً متتابعاً، كما لو أنـه ينطلق من مدفع. وخـرّ حصاني راكعا على ركبـه. ومن اتجاه الشمال فوق الغـابة ظهـر اللهب. ثم رأيت الغـابة تخفـض رأسها للـريح كما لـو كانت تتعـرض لإعصـار. أمسكت محراثي بكلتـا يديّ لكيـلا يطير بعيـدا. كانت الـريح من القـوة

بحيث حملت معها جزءا من تراب سطح الأرض، ثم جرف الإعصار جداراً من الماء مع تيار نهر (Angara). لقد رأيت ذلك كله بشكل واضح تماما لأن أرضي كانت فوق التلال: «اخافَ الزئير الخيول لدرجة جعلها تهرب مرتعبة ساحبة معها المحاريث في كل الاتجاهات، بينما انهارت خيول أخرى».

«قام النجارون بعد صوتيّ الاصطدام الأول والثاني برسم إشارة الصليب وهم مذهولون. وعندما دوّى الصوت الثالث سقطوا من البناية على الأرض المغطاة برقاق الأخشاب. كان بعضهم على درجة من الذهول والرعب جعلتني اهدىء من روعهم وأحاول إعادة الثقة إليهم. غادرنا جميعاً العمل، وتوجهنا إلى القرية. فوجدنا هناك جماهير السكان المحليين كلهم تجمعوا في الشوارع، وهم يتحدثون، برعب شديد عن هذه الظاهرة».

«كنت في الحقول وقد فرغت من ربط أحد الخيول إلى عدة الجرّ وبدأت أربط حصاناً آخر إليها عندما سمعت فجأة صوتاً من اتجاه اليمين يشبه صوت إطلاقة عالية واحدة فاستدرت فوراً لأرى شيئاً ملتهباً متطاولا يحلق عبر السماء. كان قسمه الأمامي أعرض بكثير من ذنبه. وكان لونه كلون النار في النهار. وبدا أكبر من الشمس بعدة مرات ولكن أقل لمعانا منها وبالتالي كان يمكن النظر إليه بالعين المجردة. كان اللهب يجر وراءه ما بدا كالغبار. وكان يتلوى بنفثات صغيرة فيما كان اللهب يخلف وراءه تموجات زرقاء اللون. . . وما أن اختفى اللهب حتى سمع دوي أقوى من طلقات المدافع، وشعرنا بأن الأرض تهتز وقد تحطمت ألواح زجاج النافذة في الكوخ».

«كنت أغسل الصوف على ضفة نهر «كان». وفجأة سمعت ضجة تشبه اصطفاق أجنحة طائر مرعوب. . وبدأت مياه النهر تعلو. أعقب ذلك دوي حاد كان من القوة بحيث أسقط أحد العمال في الماء» عرفت هذه الواقعة بحدث تونغوسكا. وقد اقترح بعض العلماء أنها نجمت عن اندفاع قطعة من المادة المضادة التي أفنيت لدى تماسها بالمادة العادية الموجودة على الأرض، واختفت في ومضات

من أشعة غاما. لكن عدم وجود النشاط الإشعاعي في موقع التأثير لم يدعم هذا التفسير. وافترض آخرون أن ثقبا أسود صغيرا جداً مر عبر الأرض في سيبيريا وخرج من طرفها الآخر. لكن سجلات أمواج الصدمة الجوية لم تُشر إلى أي جسم خرج من شمال الأطلسي في ذلك اليوم.

وربما كان ذلك سفينة فضائية قادمة من إحدى الحضارات غير الأرضية المتقدمة وعانت عطلا ميكانيكياً شديداً فتحطمت في منطقة بعيدة من كوكب مظلم. ولكن لم يكن هناك في موقع الصدمة أي أثر لهذه السفينة. كانت هذه الأفكار كلها قد اقترحت، وبعضها أكثر أو أقل جدية من البعض الآخر، لكن لم يدعم أي منها بدليل قوي. والنقطة الرئيسية في حادث تونغوسكا هي أنه كان هناك انفجار كبير جدا وموجة صدمة كبيرة أيضا، وحريق كبير في الغابة، ومع ذلك لم توجد أي حفرة في موقع الحادث. ويبدو أن ثمة تفسيرا واحدا يلائم هذه الحقائق كلها: هو أن قطعة من مذنب ضربت الأرض في عام ١٩٠٨.

يوجد في الفراغات الواسعة جدا بين الكواكب الكثير من الأجسام، بعضها صخري، وبعضها معدني، وبعضها متجمد، وبعض آخر مؤلف جزئيا من جزيئات عضوية. وهي تتراوح في الحجم مابين ذرة الغبار والكتل غير المنتظمة بحجم نيكاراغوا أو بوتان. وأحيانا يحدث بالمصادفة أن تلاقي كوكبا في طريقها. وربما تسببت في حادث تونغوسكا قطعة من مذنب جليدي يعادل طولها البالغ مئة متر طول ملعب كرة القدم وتزن مليون طن، وتتحرك بسرعة ٣٠ كيلومترا في الثانية، أي ٧٠ ألف ميل في الساعة.

ولو حدث مثل هذا الاصطدام في وقتنا الراهن لأمكن الظن خطأ، خصوصا بتأثير الرعب المفاجىء أنه انفجار نووي. فاصطدام المذنب والكرة النارية يماثلان جميع الآثار التي يحدثها انفجار نووي من عيار ميغاطن واحد بما فيه غيمة الفطر مع وجود استثناءين، هما عدم تخلف إشعاعات غاما أو أي أثر إشعاعي*. فهل يمكن

* منطقة انتشار المواد المشعة التي تصل أبعادها عادة إلى مئات الكيلومترات ـ المترجم.

لتأثير قطعة كبيرة من مذنب ما أن تشعل شرارة حرب نـووية؟ فيما يلي هذا السيناريو العجيب: مـا أن يضرب مـذنب صغير كـوكب الأرض وهـذا يحدث فعـلا مـلايين المرات، حتى يكـون رد حضارتنـا هو التـدمير الذاتي. ولعلهـا فكرة جيـدة أن نفهم المذنبات والاصطـدامات والكوارث بشكل أفضل مما نفهمهـا الآن. على سبيل المثال كان القمر الصناعي الأميركي فيلا (Vela) قد كشف ومضة ضوء مزدوجة شديدة في منطقة تقع قرب جنوب الأطلسي والمحيط الهندي الغربي في ٢٢ أيلول (سبتمبر) من عام ١٩٧٩. وتشير التفسيرات الأولى إلى أن ذلك كان تجربة سرية لسلاح نووي ذي عيار صغير (٢ كيلـوطن أي سدس طـاقة قنبلة هيروشيما) نفـذتها جنوب أفـريقيا أو إسرائيل. وعُدّت النتائج السياسية خطرة في أنحـاء العالم كلها. ولكن ماذا لو كانت الـومضـات قـد نجمت عن تأثير كـوكب صغير أو قطعـة من مـذنب؟ وبما أن التحليقات الجوية المأهـولة في جوار منطقة ظهـور هذه الومضات لم تثبـت وجود أثر لإشعاع غير عـادي في الهواء، فهناك احتمال حقيقي لأن تكون الومضـات ناجمة عن الأسباب المذكورة آنفا، ويؤكد الأخطار الناجمة عن عدم مراقبة التأثيرات التي تحدثها الأجسام الفضائية بشكل أفضل مما نفعله حاليا، خصوصا في عصر الأسلحة النووية الذي نعيش فيه.

إن المذنب مؤلف في أغلبـه من الجليد، أي الماء (H_2O) المجمـد ومن قليل من الميثان (CH_4) المجمد أيضا، وبعض الأمونيوم المجمد (NH_3). ويمكن أن ينجم عن اصطدام أي جـزء متواضع من المذنب بجو الأرض كرة نـارية وهاجة كبيرة، ومـوجة صدمـة قوية، تحرق الأشجار، وتـزيل الغابات، فيما سيسمع دويها في أرجـاء العالم كافـة. وسوف يذوب الجليد كلـه في أثناء الدخـول إلى جو الأرض. ولن نقع إلا على أجزاء قليلة معروفة من المذنب، وربما يقتصر ذلك على مجرد حبيبات من الأجزاء غير المتجمدة من نواته. وقد استطاع أخيرا العالم السوفييتي ي. سوبوتوفيتش التعرف إلى عدد كبير من حبيبات الماس الصغيرة جـدا والمتناثرة فوق موقع تونغـوسكا. ومعروف فعلا أن هذه الحبيبات الماسية التي بقيـت سليمة موجودة في النيازك، وأنها يمكن أن تنجم فعلا عن المذنبات.

وفي الكثير من الليالي التي تكون فيها السماء صافيـة، يمكنك عندما تمعن النظر بصبر، أن ترى نيزكا يومض فوق رأسك فترة قصيرة. وفي ليال أخرى يمكنك أن ترى وابلا من النيازك، يتكرر دائما في نفس الأيام من كل سنة، ويقدم عرضا طبيعيا مسليا من الألعاب النارية في السماء. هذه النيازك مؤلفة من حبيبات دقيقة جدا أصغر من بـذور الخردل. وهي نوع مـن الزغب المتسـاقط أكثـر مما هـي نجوم تطلق نـاراً. وإذ تدخل جـو الأرض تتألق للحظات ثم ترتفع حـرارتها وتدمر بسبب الاحتكـاك الذي يحدث على ارتفاع مئة كيلومتر تقريبـا. إن النيازك هي بقايا المذنبات [1] فالمذنبـات القديمة التي يتكرر مـرورها قرب الشمس، لا تلبث أن تتحطم، وتتبخر، وتتفتت. ثم تنتشر أجزاؤها وتملأ مـدار المذنب كله. وفي الأماكن التي يتقـاطع فيها هذا المدار مع مدار الأرض، يكون حشد مندفع من النيازك بانتظارنا. ويوجد دائما جزء من هذا الحشد في الموقع ذاته من مدار الأرض، وبالتالي فإن وابل النيازك يلاحظ دائما في نفس اليوم من كل عام. فيـوم ٣٠ حزيران (يونيه) من عام ١٩٠٨ كان يـوم وابل نيزك بيتا توريـد (Beta Taurid) المرتبط بمدار المذنـب انكه (Encke) ويبدو أن حـادث تونغوسكـا نجم عن قطعة من مذنب انكه كـانت أكبر بشكل محسوس من أي أجزاء دقيقة أخرى تسبب الزّخات النيزكية المتوهجة غير الضارة.

كانـت المذنبات تثير دائما الخوف والخشـوع والخرافات. فظهـورها العـرضي كان يتحدى بصورة مزعجة فكرة الكون الثابت ذي النظام المقدس. وبدا أمرا خارجا عن الإدراك ألا يـوجد سبب مـا لـذلك الشريط الأخاذ مـن اللهب الحليبي اللون الـذي يظهر ويغيب مع النجوم ليلة بعد أخرى، أو ألا يحمل نذيراً ما للبشر. وهكذا ولدت فكرة كـون المذنبات تنذر بحدوث كـارثة ما، وتعبر عن غضب إلهي، وبـالتالي فهي تنبىء بمـوت الأمراء، وسقوط المالـك. كان البـابليون يظنون أن المذنبـات هي لحى

(١) ارتباط النيازك عمـوما بالمذنبات كان قـد اقترح أول مرة من قبل الكسندر فون همبولـدت في كتابه «الكون» الذي نشر في الفترة بين عامي ١٨٤٥ و١٨٦٢. وبسّط فيه مؤلفه على نطاق واسع مجموع العلم. كانت قراءة تشارلز داروين لهذا الكتاب هي التي دفعته إلى الجمع بين الاكتشاف الجغرافي والتاريخ الطبيعي. وبعـد ذلك بوقت قصير قبل داروين العمل بوظيفة «عـالم طبيعة» في السفينة الملكية «بيغل»، وهو الحدث الذي أدى إلى تأليفه كتاب «أصل الأنواع».

سماوية . وتصورها الأغريق شَعْراً جارياً، بينما تصورها العرب سيوفاً ملتهبة . أما في زمن بطليموس فقد صنفت المذنبات بوصفها «حزم أشعة» و«أبواقا» و«جرارا» وغير ذلك حسب أشكالها . كان بطليموس يظن أن المذنبات تأتي بالحروب والطقس الحار والأحوال المضطربة» وتصورها بعض صور القرون الوسطى مثل صلبان طائرة غامضة . وفي كتاب نشره أحد الرؤساء اللوثريين أو أسقف ماغدبورغ (Magdeburg) أندرياس سيليشيوس الجديد ١٥٧٨ بعنوان «تذكير لاهوتي بالمذنب الجديد» قُدم تعريف مثير للمذنب الذي هو «الدخان الثخين للخطايا البشرية المتصاعدة كل يوم وكل ساعة، وكل لحظة، والمليء بالروائح النتنة والرعب أمام وجه الله، والذي يصبح بالتدريج أكثر ثخانة حتى يشكل مذنبا له ضفائر مجعدة مجدولة، لا يلبث أن يتوهج بالغضب الساخن والمتقد للقاضي السماوي الأعلى» . ولكن الآخرين عارضوا ذلك بقولهم : «إنه إذا كانت المذنبات مؤلفة من دخان الخطايا فإن السماوات ستبقى دوما ملتهبة بهم» .

إن أقدم سجل لظهور مذنب هالي (أو أي مذنب آخر) يظهر في «كتاب الأمير هوي نان» الصيني، مرافق مسيرة الملك(وو)(Wu) ضد زو ين (Zu of yin) . كان ذلك في عام ١٠٥٧ قبل الميلاد . أما اقتراب مذنب هالي من الأرض في عام ٦٦ بعد الميلاد، فربما كان تفسيرا لقصة جوزيفوس عن السيف الذي بقي معلقا فوق القدس سنة كاملة . وفي عام ١٠٦٦ شاهد النورمانديون عودة أخرى لمذنب هالي . وبما أن هذا المذنب كان حسبما ظن هؤلاء نذيرا بسقوط مملكة ما فإنه شجع وسرّع بشكل أو معنى ما غزو انكلترا من قبل وليام الفاتح . وقد ذكر المذنب في إحدى صحف ذلك الزمن المسماة ذي بايبه تابستري (The Bayeux Tapestry) وفي عام ١٣٠١ شاهد جيوتو (Gioto) وهو أحد مؤسسي الرسم الواقعي الحديث ظهورا آخر لمذنب هالي، وأدخله في الصورة التي رسمها لميلاد المسيح . أما المذنب الكبير الذي ظهر في عام ١٤٦٦ وكان عودة أخرى لمذنب هالي، فقد أثار الرعب في أوروبا، لأن المسيحيين خافوا أن يكون الله، الذي يرسل المذنبات، قد وقف إلى جانب الأتراك الذين كانوا قد استولوا تواً على القسطنطينية .

افتتن الفلكيون البارزون في القرنين السادس عشر والسابع عشر بالمذنبات، وحتى نيوتن أصبح مهووسا إلى حد ما بها. أما كبلر فقد وصف المذنبات بأنها تندفع في الفضاء «كالأسماك في البحر»، ولكنها تتبدد بضوء الشمس لأن أذنابها تبتعد دائما عن الشمس. ولكن ديفيد هيوم، الرجل العقلاني المتشدد في الكثير من الحالات، قبل على الأقل، الفكرة القائلة إن المذنبات تمثل الخلايا المنتجة (أي البيوض أو النطاف) للنظم الكوكبية، وإن الكواكب ذاتها ليست سوى نوع من التزاوج الذي يتم في الفضاء الفاصل بين النجوم. وأمضى نيوتن عندما كان طالباً في المدرسة الثانوية، وقبل اختراعه التلسكوب، الكثير من الليالي التي لم يذق فيها طعم النوم باحثاً بالعين المجردة عن المذنبات في السماء، ومتابعاً إياها بحماس جعله يشعر بالإنهاك. وقد استنتج نيوتن، شأنه شأن تيكو، وكبلر، أن المذنبات التي تُرى من الأرض لا تتحرك ضمن جوها، حسبما كان أرسطو وغيره قد فكروا، ولكنها أبعد من القمر مع أنها أقرب من زحل. قال نيوتن أيضا: إن المذنبات تتوهج، كما تفعل الكواكب، بسبب انعكاس ضوء الشمس عليها، و«يخطىء كثيراً أولئك الذين يظنون أن المذنبات بعيدة كالنجوم الثابتة لأنه لو كان الأمر كذلك لما كانت المذنبات تتلقى ضوءاً من شمسنا أكثر مما تتلقاه كواكبنا من النجوم الثابتة». وأظهر أيضا أن المذنبات، شأنها شأن الكواكب تتحرك في مدارات بشكل قطع ناقص: «فهي، أي المذنبات، نوع من الكواكب تتحرك في مدارات لا تقع الشمس في مركزها. وقد دفعت عملية إزالة الغموض عن مدارات المذنبات النظامية والتنبؤ بها، صديقه أدموند هالي إلى أن يجري في عام ١٧٠٧ حسابات أوضحت أن مذنبات أعوام ١٥٣١، ١٦٠٧، و١٦٨٢ كانت تكراراً للمذنب نفسه بفترة فاصلة تبلغ ٧٦ سنة، وتنبأ بعودة هذا المذنب في عام ١٧٥٨. وقد ظهر فعلاً في العام المحدد، وبالتالي سمي باسمه بعد وفاته. وقد أدى مذنب هالي دوراً مهماً في التاريخ البشري، وأصبح هدفاً لأول مركبة سبر فضائية لدى ظهوره في عام ١٩٨٦.

يؤكد علماء الفلك المعاصرون أحيانا أن اصطدام مذنب ما بكوكب يمكن أن يؤثر إلى حد كبير في جوه. وعلى سبيل المثال، فإن جميع الماء الموجود في جو المريخ

حاليا يعزى إلى تأثير مذنب صغير اصطدم به حديثاً. ولاحظ نيوتن أن المادة الموجودة في أذناب المذنبات تتبدد في الفضاء الفاصل بين الكواكب، فيفقدها المذنب وتنجذب شيئاً فشيئاً بتأثير الجاذبية إلى الكواكب القريبة. واعتقد أيضا أن الأرض ذاتها تفقد ماءها بالتدريج «مستهلكة إياه على الخضار والتعفن وبالتالي تتحول إلى أرض جافة. . فإذا لم يتم التزود بالسوائل من الخارج فإنها سوف تتناقص باستمرار، وتشح في النهاية». ويبدو أن نيوتن كان يظن أن محيطات الكرة الأرضية هي ذات مصدر مذنبي، والحياة فيها ليست ممكنة إلا أن مواد المذنبات تسقط عليها. وذهب إلى أبعد من ذلك في إحدى أفكاره الخيالية الغامضة عندما قال: «أظن فضلا عن ذلك، أن الأرواح تأتي بصورة رئيسية من المذنبات التي هي الجزء الأصغر، والأكثر فائدة ودقة، في الجو المحيط بنا، ناهيك عن الحاجة الماسة إليها من أجل أن تستمر حياة كل الأشياء لدينا».

في عام ١٨٦٨ وجد الفلكي وليام هوغنز تماثلا ما بين بعض ملامح طيف المذنب وطيف الغاز الطبيعي أو الأولفيني. وقد وجد هوغنز مادة عضوية في المذنبات. وفي السنوات اللاحقة، وجد في أذناب المذنبات اليانوجين (CN) المؤلف من الكربون (C) وذرة الآزوت (N) والذي تصنع السيانيدات من جزيئاته. وأصيب الكثير من الناس بالرعب عندما كانت الأرض على وشك المرور عبر ذنب مذنب هالي في عام ١٩١٠. وقد فاتهم أن ذنب هذا المذنب قابل للانتشار الشديد: فالخطر الفعلي للمواد السامة الموجودة في ذنب المذنب أقل بكثير، حتى في عام ١٩١٠، من التلوث الصناعي في المدن الكبرى.

لكن ذلك لم يطمئن أحدا. فعلى سبيل المثال جاء في العناوين الكبيرة في صحيفة «سان فرانسيسكو كرونيكل» الصادرة في ١٥ أيار (مايو) من عام ١٩١٠ مايلي:

«حجرة المذنب كبيرة بحجم المنزل». و«المذنب قادم والأزواج يحسّنون سلوكهم» «وحفلات المذنب آخر صرعة في نيويورك» أما صحيفة اكزاماينر (Examiner) في

لوس أنجلوس، فقد تبنت مزاجا أكثر خفة وكتبت «قل لي ألم تتسمم بعد بسياتوجين المذنب؟» و«الجنس البشري كله يتوقع حماما غازيا مجانيا»، و«توقعوا ألعابا رياضية مرحة صاخبة»، و«الكثير من الناس يشعرون بنكهة السيانوجين» و«أحد الضحايا يصعد إلى الأشجار، ويحاول الاتصال هاتفيا بالمذنب». وفي عام ١٩١٠ عقدت حفلات مرحة قبل أن ينتهي العالم بسبب تلوثه بالسيانوجين. وبدأ التجار يبيعون الحبوب المضادة للمذنب، والأقنعة الواقية من الغاز، التي بدت مثل هاجس غريب لما سيحدث في ميادين القتال في الحرب العالمية الأولى.

لايزال بعض التشوش المتعلق بالمذنبات مستمراً إلى زمننا الراهن. ففي عام ١٩٥٧ كنت طالبا في مرصد يركس Yerkes التابع لجامعة شيكاغو. وإذ كنت وحيدا في هذا المرصد في وقت متأخر من الليل، سمعت الهاتف يرن باستمرار. وعندما أمسكت السماعة جاءني صوت يدل على أن صاحبه في حالة سكر شديد يقول: «دعني أكلم أحد الفلكيين». فأجبته: هل أستطيع مساعدتك؟ فرّد عليّ: «نحن نقيم حفلة في حديقة خارجية هنا في ويلميت، ويوجد شيء ما في السماء. والشيء المضحك هو أنك إذا نظرت إليه في خط مستقيم، فإنه يختفي، وإذا لم تنظر إليه فإنه موجود». وعموما فإن الجزء الأكثر حساسية في شبكة العين ليس موجودا في مركز حقل الرؤية. فأنت تستطيع أن ترى نجوما خافتة وأشياء أخرى إذا حرفت رؤيتك قليلا. وأنا أعرف أنه كان يوجد آنذاك في السماء مذنب اكتشف حديثاً يدعى أريند ـ رولان(Arend Roland) ، ويكاد لا يرى إلا بصعوبة. ولذا فقد قلت له إنه ربما كان ينظر إلى مذنب. وبعد توقف طويل جاءني استفسار آخر منه: ماهو المذنب؟ فأجبته «إن المذنب هو كرة ثلجية يبلغ قطرها ميل واحد». وحدث توقف أطول ثم جاء الصوت ثانية ليقول: «دعني أكلم فلكيا حقيقيا».

تتحرك الكواكب في مدارات إهليلجية حول الشمس إلا أن هذه المدارات ليست إهليلجية تماما. فللوهلة الأولى لا تبدو في الغالب مميزة عن الدوائر. ولكن مدارات المذنبات، ولاسيما التي تستغرق فترة طويلة تكون إهليلجية تماما. والكواكب هي قدامى النظام الشمسي، ولكن المذنبات هي القادمون الجدد. ولماذا تكون مدارات

الكواكب دائرية تقريبا، ومنفصلة تماما إحداها عن الآخر؟ السبب في ذلك هو أنه لو كانت للكواكب مدارات إهليلجية تماماً لتقاطع بعضها مع البعض الآخر وحدث اصطدام فيما بينها عاجلا أم آجلاً. وربما كان يوجد في التاريخ المبكر للنظام الشمسي عدة كواكب في طور التكون. فتلك التي كانت ذات مدارات إهليلجية متقاطعة تصادمت ودمرت نفسها. أما تلك التي كانت لها مدارات دائرية، فقد تنامت وحافظت على البقاء. وهكذا فإن مدارات الكواكب الحالية هي مدارات الكواكب التي نجت في هذا الانتقاء الطبيعي التصادمي، واستقرار مرحلة منتصف العمر لنظامنا الشمسي سبقته صدمات كوارث مقتبل العمر.

يوجد في الطرف الأقصى للنظام الشمسي وفي ظلام ماوراء الكواكب غيمة دائرية كبيرة جدا تحتوي على تريليون (ألف مليار) نواة مذنب، وتدور كلها حول الشمس بسرعة لا تزيد على سرعة سيارة سباق. ويبدو المذنب العادي منها ككرة ثلج عملاقة متثاقلة يبلغ قطرها نحو كيلو متر واحد. أغلب هذه المذنبات لم يسبق له قط أن نفذ عبر حدود مدار بلوتو. ولكن يحدث أحيانا أن يسبب نجم مار اضطرابا وفوضى في الجاذبية في غيمة المذنبات وبالتالي تجد مجموعة من المذنبات نفسها في مدارات إهليلجية جدا مندفعة نحو الشمس. وبعد أن تطرأ تغييرات أخرى على مسار المجموعة بسبب اقترابها من المشتري، أو زحل، فإنها لا تلبث أن تجد نفسها مرة كل قرن تقريبا متجهة نحو النظام الشمسي الداخلي. وفي مكان مابين مداري المشتري والمريخ تبدأ حرارتها بالارتفاع وتتبخر. وتحمل المواد المندفعة من جو الشمس، والتي تعرف بالريح الشمسية كميات من الغبار والجليد خلف المذنب صانعة بذلك ذنبا أوليا. ولو افترضنا أن قطر المشتري يساوي مترا واحدا لكان هذا المذنب أصغر من ذرة غبار، ولكن عندما يتكون كلياً فإن ذنبه سيكون كبيرا بقدر المسافة بين الكواكب ذاتها. وعندما يصبح مرئيا من الأرض في أي جزء من مداره، فإنه يثير ذلك السيل المتدفق من الخرافات بين سكانها. ولكن هؤلاء سوف يفهمون في نهاية المطاف، أن المذنب غريب عن جوهم، وأنه يتحرك بين الكواكب. وهم يجرون الحسابات عن مداره. وربما سوف يعمدون في يوم ما إلى إطلاق مركبة فضائية

صغيرة لاكتشاف كنه هذا الزائر القادم من مملكة النجوم*.

إن المذنبات سوف تصطدم بالكواكب عاجلا أم آجلا. ولابد أن الأرض وتابعها القمر قصفا بالمذنبات والكويكبات وبقايا المواد التي خلّفها تكوُّن النظام الشمسي. وبما أن الأجسام الصغيرة هي أكثر من الأجسام الكبيرة، فلابد أن تكون هناك اصطدامات للأجسام الصغيرة أكثر منها للأجسام الكبيرة. ولابد أن يحدث الاصطدام الناجم عن قطعة صغيرة من مذنب على غرار تونغوسكا مرة واحدة تقريبا كل مليار سنة. وعندما يصطدم جسم جليدي صغير بكوكب أو قمر ما، يمكن أن يُحدث إصابة كبيرة جدا. ولكن إذا كان الجسم الصادم أكبر أو مكونا بصورة رئيسية من الصخور، فسوف يُحدث انفجاراً لدى اصطدامه، ويحفر حفرة دائرية تسمى حفرة الصدمة. وما لم تحدث عملية احتكاك تزيل هذه الحفرة أو تملؤها، فقد تبقى مليارات السنين. وبما أنه لا يحدث أي تآكل في قمر الأرض، فإننا وجدنا الكويكبات التي تملأ الآن النظام الشمسي الداخلي. ويقدم سطح القمر شهادة واضحة على العصور الغابرة التي دمرت فيها العوالم قبل مليارات السنين.

لا يقتصر وجود حفر الاصطدامات على القمر وحده. فنحن نجدها في جميع أنحاء النظام الشمسي الداخلي، اعتبارا من عطارد وهو أقرب الكواكب إلى الشمس، ومرورا بالزهرة المغطاة بالغيوم، ووصولا إلى المريخ وقمريه الصغيرين فوبوس وديموس. وتلك هي الكواكب «الأرضية» أو عائلة عوالمنا التي تشبه كرتنا الأرضية بدرجة أكبر أو أقل. فسطوحها صلبة وداخلها مؤلف من الصخور والحديد، وأجواؤها تتراوح بين الخالية من الهواء تقريبا والتي يزيد ضغطها تسعين مرة على الضغط الجوي على كوكب الأرض. وهي كلها تدور حول الشمس، وتستمد منها الضوء والحرارة على غرار مايفعل المتحلقون حول النار. ويبلغ عمر جميع الكواكب نحو ٤,٦ مليار سنة. وعلى غرار القمر فهي كلها تحمل شواهد على عصر كوارث الاصطدامات في التاريخ المبكر للنظام الشمسي. وما أن نتجاوز كوكب

* على غرار ماحدث في عام ١٩٨٦ عندما أطلقت عدة مركبات فضائية للالتقاء بمذنب هالي ـ المترجم.

المريخ حتى ندخل نظاماً مختلفا جدا، هو مملكة المشتري والكواكب الأخرى العملاقة. وتلك هي العوالم الكبرى، المؤلفة في أغلبها من الهيدروجين والهليوم وكميات أصغر من الغازات المشبعة بالهيدروجين، كالميثان والأمونيوم والماء. ولا نرى هنا سطوحا صلبة، وإنما يكون الجو مؤلفا من غيوم متعددة الألوان. وهذه كواكب خطيرة، وليست مفتوحة الأجواء جزئيا كالأرض. فالمشتري يتسع لألف أرض مثل أرضنا. وإذا سقط مذنب أو كويكب في جو المشتري فلا يتوقع حدوث حفرة ظاهرة بل مجرد انكسار مؤقت في الغيوم. وبرغم ذلك فنحن نعرف أن هناك تاريخا للاصطدامات في النظام الشمسي الداخلي يعود إلى مليارات السنين لأن للمشتري منظومة كبيرة مؤلفة من أكثر من ١٢ قمرا، وقد فحصت خمسة منها عن كثب بوساطة مركبة فوايا جير الفضائية. هنا نجد أيضا شواهد على الكوارث القديمة.

وعندما يتم اكتشاف النظام الشمسي كله فسوف نجد التأثير الكارثي في كواكبه التسعة كلها من عطارد إلى بلوتو، وفي جميع الأقمار، والمذنبات والكويكبات.

يوجد نحو عشرة آلاف حفرة في الجانب القريب من القمر، وهي مرئية بوساطة التلسكوب من الأرض. ومعظم هذه الحفر موجود في الهضاب القمرية العالية. ويعود تاريخها إلى زمن التكون النهائي للقمر من تلاحم الأنقاض المتناثرة بين الكواكب. وهناك نحو ألف حفرة يزيد قطر كل منها على كيلومتر واحد في بحار القمر في المناطق المنخفضة التي كانت قد غمرتها الفيضانات المتكونة ربما من مقذوفات البراكين التي غطت الحفر الموجودة وذلك بعد وقت قصير من تكوّن القمر. وبشكل تقريبي جدا نجد أن الحفر على سطح القمر يجب أن تكون قد تشكلت بمعدل يساوي تقريبا ١٠^٩ سنة/ ١٠^٤ = ١٠^٥ سنة، أي مئة ألف سنة بين حفرة وأخرى. وبما أن الأنقاض كانت موجودة بين الكواكب بكثافة أكبر، قبل بضعة مليارات من السنين، فمن المحتمل الانتظار حتى فترة أطول من مئة ألف سنة لرؤية قيام حفرة جديدة على القمر. ولكن بما أن مساحة الأرض أكبر من مساحة القمر، فربما يكون علينا أن ننتظر نحو عشرة آلاف سنة بين اصطدام وآخر بكوكبنا، يمكن أن يفتح حفرة يبلغ قطرها نحو كيلومتر واحد ومادامت الحفرة الناجمة عن

اصطدام نيزك بالأرض في ولاية أريزونا الأميركية والبالغ قطرها نحو كيلومتر واحد، حدثت قبل ٢٠ أو ٣٠ ألف سنة، فإن أعمال المراقبة على الأرض تتوافق مع هذه الحسابات التقريبية.

إن التأثير الفعلي لمذنب صغير أو كويكب يصطدم بالقمر أن يكون انفجارا فوريا ذا لمعان كاف لرؤيته من الأرض. ونستطيع أن نتصور أجدادنا وهم يحدقون بخمول في القمر في إحدى الليالي المقمرة قبل مئة ألف سنة، ويلاحظون غيمة غريبة تصعد من الجزء غير المضاء من القمر، وفجأة تلمع في أعينهم أشعة الشمس. ولكن لا يمكن توقع أن يكون هذا الحدث وقع في الأزمنة التاريخية الحديثة. فاحتمال وقوعه هو في حدود واحد إلى مئة. ومع ذلك فهناك رواية تاريخية يحتمل أنها تصف اصطداما على القمر شوهد من الأرض بالعين المجردة: ففي مساء ٢٥ حزيران (يونيه) من عام ١١٧٨ بلّغ خمسة رهبان عن شيء غير طبيعي سجل فيما بعد في حوليات جيرفاس في كانتبري، والذي يعتبر عموماً أحد المراجع الموثوقة عن الأحداث السياسية والثقافية وذلك بعد أن أجرى مقابلات شخصية مع الشهود الذين أكدوا صحة القصة، وأقسموا على ذلك، وقد جاء في هذه الحوليات مايلي:

كان الهلال المنير في مطلعه، وكالعادة في هذه المرحلة من ظهوره كان قرناه مائلين إلى الشرق، وفجأة انشق القرن الأعلى إلى قسمين، وانطلقت شعلة ملتهبة من النقطة الوسطى في مكان الانشقاق، وقذفت نارا وفحما حارا وشرارات.

وقد حسب الفلكيان ديرال موهولاند وأوديل كالاميه أن الاصطدام في القمر يمكن أن يحدث غيمة من الغبار تتصاعد من سطحه بشكل قريب جدا مما جاء في تقرير رهبان كانتر بري.

ولو كان هذا الاصطدام حدث قبل ثمانمئة سنة فقط لوجب أن تظل الحفرة مرئية حتى الآن. فالتآكل في القمر ليس فعالا بسبب عدم وجود الهواء والماء، وبالتالي فحتى الحفر الصغيرة التي يبلغ عمرها مليارات السنين لاتزال محافظة على شكلها نسبيا. وفي ضوء الوصف الذي سجله جيرفاس يمكن أن نجد ذلك القطاع من

القمـر الذي تشير إليـه المراقبـة المذكورة. فـالصدمـات تحدث خطـوطا ومسـاحب مستقيمـة من التراب الناعم الـذي ينقـذف في أثناء الانفجـار. ويترافق ظهور هـذه الخطوط مع أصغر الحفـر على القمر، نذكر منها، على سبيل المثـال، ماسمي باسماء أريسطاتشوس، وكوبرنيكوس، وكبلر. ولكن في حين يمكن للحفر أن تقاوم التآكل على القمـر، فإن الخطوط بسبب نحـافتها البـالغـة لا تفعل ذلك. ومع مرور الـزمن فحتى وصول النيازك البالغة الصغر، كالغبار القادم من الفضاء يثير حركة ما في هذه الخطوط ويغطيها فتختفي بـالتدريج. وبالتالي فإن وجـود الخطوط يعني وجود تأثير حديث على القمر.

أشار عـالم النيازك جـاك هارتونـغ إلى وجود حفرة صغيرة وحـديثة ذات منظـومة خطوط بـارزة في المنطقة ذاتها التـي أشار إليها رهبـان كانتربـري. وقد سميت بـاسم غوردانو برونـو العالم الكاثوليكي الروماني الذي عـاش في القرن السادس عشر، وقال إنه يـوجد عـدد غير محدود من العوالم، وأن بعضهـا مأهول بـالسكان. ولهذا السبب ولجرائم مماثلة فقد أحرق على الخازوق في عام ١٦٠٠.

وهناك دليل آخر ينسجم مع هذا التفسير قـدمه كالاميه (Calame) وموهولانـد (Mulholland). فعندما يصطدم جسم بالقمر بسرعة عالية، فإنه يجعل هذا الأخير يتذبذب قليلا. وفي نهاية المطاف تخمد هذه الذبذبات أو الاهتزازات، ولكن ليس في فترة تقل عن نحـو ٨٠٠ سنة. ويمكـن دراسة هـذا الاهتـزاز أو الرجفـان بـوساطـة تقنيات انعكاس أشعـة الليزر. وكان رواد أبولـو الذين نزلوا على القمـر قد وضعوا في عدة أماكن من القمـر مرايا خاصة تعـرف بعاكسات الليزر. فعندمـا يصطدم شعاع ليزر ذاهب من الأرض بالمرآة وينعكس عنها، فإن زمن ذهابه وإيابه يمكن أن يحسب بدقـة عالية. وكشفت هـذه القياسات التي نفـذت خلال سنوات أن القمـر يهتز أو يرتجف بموجات يبلغ زمن إحداها نحو ثلاث سنوات، ومداها (Amplitude) نحو ثلاثة أمتار، وهذا أمر ينسجم مع الفكرة القائلة إن الحفرة المسماة باسم غوردانو برونو تشكلت قبل أقل من ألف سنة.

جميع هذه الدلائل استقرائية وغير مباشرة. ولكن الاحتمالات كما رأينا سابقا هي ضد حدوث ذلك خلال الأزمنة التاريخية الحديثة*. ولكن الدليل يحتوي على الأقل، على نوع من الإشارة. فحادث تونغوسكا والحفرة النيزكية في أريزونا، يذكران بأن الاصطدامات الكارثية لم تقتصر فقط على التاريخ المبكر للنظام الشمسي. ولكن الحقيقة القائلة إن عددا قليلا فقط من الحفر القمرية يملك منظومات خطية تذكرنا هي الأخرى بأن بعض التآكل يحدث على القمر أيضا [(٢)] . وإذا لاحظنا تلك الحفر التي تتراكب إحداها فوق الأخرى، والمؤشرات الأخرى لتراكب طبقات القمر، تستطيع أن تعيد تحديد تتابع أحداث الاصطدامات والفيضانات التي ربما تقدم حفرة برونو المثال الأحدث عليها. الأرض قريبة جدا من القمر. وإذا كان القمر قد تأثر بهذا العدد الكبير جدا من الاصطدامات فكيف استطاعت الأرض تجنبها؟ ولماذا تكون حفر النيازك على الأرض بهذه الندرة؟ فهل تفكر المذنبات والكويكبات أنه من الأفضل لها ألا تصطدم بكواكب مأهولة بالسكان؟ ليس ذلك أمرا واردا. والتفسير الوحيد المحتمل هو أن الحفر الناجمة عن تأثير الاصطدام تحدث بنفس النسبة في كل من الأرض والقمر، لكنها تبقى كما هي على القمر الذي لا هواء فيه ولا ماء ولفترات زمنية كبيرة جدا بينما يؤدي التآكل في الأرض إلى إزالتها أو طمرها. فالماء الجاري، والعواصف الرملية، وتكون الجبال، هي ظواهر بطيئة جدا، ولكنها قادرة خلال ملايين أو مليارات السنين أن تزيل تماماً حتى الحفر الكبيرة الناجمة عن الاصطدامات.

توجد على سطح أي قمر أو كوكب، عمليات خارجية كتأثيرات اصطدام الأجسام القادمة من الفضاء به، وعمليات داخلية كالهزات الأرضية. وستكون هناك أحداث كارثية سريعة كالانفجارات البركانية، وعمليات بطيئة جدا كاصطدام حبيبات الرمل المحمولة جوا بسطحه. ولا يوجد جواب عام عن السؤال عما إذا

*تقدر هذه الأزمنة بنحو ٣٥٠٠ سنة ـ المترجم.

(٢) أما في المريخ حيث يكون التآكل أكثر فعالية إلى حد كبير، وبالرغم من وجود الكثير من الحفر، فلا توجد أي حفر خطية كما نتوقع.

كـانت العمليات الخارجيـة أم العمليات الـداخلية هي الأكثـر تأثيرا، وهل تتحكم الأحـداث العنيفة ولكن النـادرة أم الأحداث العـادية والمتكـررة جدا؟ يمكن القـول عموما إن الأحـداث الكارثية الخارجية هي المسيطـرة في القمر، بينما تسيطر في الأرض الأحداث أو العمليات الداخلية البطيئة. أما المريخ فهو حالة وسط بين الاثنين.

يوجـد عدد لا يحصى من الكويكبات بين مـداري المريخ والمشتري، ويبلغ قطر أكبرها بضع مئـات من الكيلومترات. ولكثير منهـا شكل مستطيل وهي «تتشقلب» عبر الفضاء. ويحدث في بعض الحالات أن يبدو كويكبان أو أكثر في مدارات متبادلة متلاصقة. وغالبا ماتحدث التصادمات بينها، وتنفصل قطعة منها لتصطدم بالأرض عـرضيا وتسقط عليهـا النيـزك. ونجد في معـروضـات متاحفنـا شظـايا من العـوالم البعيدة. فحزام الكويكبات هو طاحونة كبيرة تقدم قطعاً يصغر حجمها حتى يصل إلى حجم ذرات الغبار. أما القطع الكبيرة من الكويكبـات أو المذنبات فهي المسؤولة بصـورة رئيسية عن الحفـر الحديثة على سطـوح الكـواكب. ويحتمل أن يكون حـزام الكويكبات مكـانا منع فيه كوكب في طور التشكيل من التكـون بسبب تأثير جاذبية كوكب المشتري العملاق القـريب أو يمكن أن يكون الحطام الممزق لكـوكب حدث فيه انفجـار ذاتي. ولكن ذلك يبدو غير محتمل لأن أحـدا من علماء الأرض لا يعرف كيف يمكن لكوكب أن ينسف ذاتـه، وإن كان عدم معرفـة هؤلاء العلماء لا يعني أن ذلك لا يحدث.

تشبه حلقـات زحل حزام الكـويكبات إلى حـد ما. فهناك تـريليونـات الأجزاء القمرية الصغيرة جدا تدور حول هذا الكوكب. وربما تمثل حطاما منعته جاذبية زحل من تكوين قمر قـريب أو ربما تكون بقايا قمر كـان يدور على مسافة قريبـة ثم مزقته قوة الجاذبية. والاحتمال البديـل الآخر هو أن تكون هذه الأجزاء في حالـة توازن ثابت تجمع بين المواد المقـذوفـة من أحد أقمار زحل، كتيتـان، على سبيل المثـال وبين المواد التي تسقط في جو الكوكب. وتوجد حول المشتري وأورانوس أيضا حلقات اكتشفت أخيرا، وتكاد تكون غير مرئية من الأرض. ولا تزال مسـألة وجود حلقات حول نبتون مطـروحة في جـدول عمل علماء الكواكب. وعمـومـا فإن الحلقات يمكن أن تكـون

ظاهرة موجودة في كل الكواكب من نوع المشتري في كل أرجاء الكون.

زعم كتاب نشر في عام ١٩٥٠ لمؤلفه الطبيب النفسي عمانوئيل فيليكوفسكي باسم «اصطدام الكواكب» أن اصطدامات كبرى وقعت حديثا شملت الكواكب من زحل وحتى الزهرة. واقترح المؤلف أن جرما ما، ذا كتلة كوكبية، سماه مذنبا كان قد تكّون بشكل ما في منظومة كوكب المشتري. ثم تحرك قبل ٣٥٠٠ سنة تقريبا نحو النظام الشمسي الداخلي، والتقى عدة مرات بالأرض والمريخ مؤديا إلى انشقاق البحر الأحمر، وبالتالي إلى السماح لموسى والإسرائيليين بالهرب من فرعون، وكذلك إلى توقف الأرض عن الدوران بأمر من يسوع. وقال أيضا إن ذلك تسبب في حدوث انطلاق شديد للبراكين والفيضانات[٣] وتصور فيليكوفسكي أن هذا المذنب استقر بعد ممارسة هذه اللعبة البلياردية المعقدة بين الكواكب في مدار شبه دائري ومستقر متحولا إلى كوكب الزهرة الذي لم يكن موجودا قبل ذلك.

كنت قد ناقشت هذا الموضوع بشكل مطول في كتاب آخر، وأثبتّ أن هذه الأفكار خاطئة بالتأكيد. فالفلكيون لا يعترضون على فكرة الاصطدامات الكبرى، بل يعترضون على ماحدث منها حديثا. ففي أي نموذج للنظام الشمسي نجد أنه يستحيل أن تظهر حجوم الكواكب بنفس مقياس مداراتها لأنها ستكون عندئذ صغيرة لدرجة لا ترى معها. وإذا أظهرت الكواكب فعلا حسب قياسها أي كذرات من الغبار، فسوف نلاحظ بسهولة أن احتمال التصادم لمذنب ما مع الأرض كل بضعة آلاف سنة هو قليل للغاية، وفضلا عن ذلك، فإن كوكب الزهرة مكوّن من الصخور والمعادن، وهو فقير بالهيدروجين بينما يتألف كوكب المشترى، الذي يفترض فيليكوفسكي أن الزهرة جاءت منه، من الهيدروجين بشكل كلي تقريبا. ولا يوجد فيه أي مصادر طاقة لكي تقذف مذنبات أو كواكب منه. وإذا مرّ مذنب أو كوكب قرب الأرض فلن يستطيع إيقافها عن الدوران كما أن احتمال جعله إياها تدور مرة ثانية بمعدل ٢٤ ساعة في اليوم غير وارد. وليس هناك أي دليل جيولوجي يدعم

(٣) حسبما أعرف فإن أول محاولة غير روحية لتفسير حدث تاريخي بسبب تدخل المذنبات هو الاقتراح الشخصي لأدموند هالي عن أن سبب طوفان نوح هو الصدمة العرضية لأحد المذنبات بالأرض.

فكرة تـواتر حـدوث البراكين والفيضانـات قبل ٣٥٠٠ سنة، وتـوجد ٥ مخطـوطات قديمة من بلاد مـابين النهرين تشير إلى كوكب الزهرة في تاريخ يعـود إلى ماقبل الزمن الذي قال فيه فيليكوفسكي إن هذا الكوكب تحول من مذنب إلى كوكب[٤] وليس من المحتمل، بأي شكل أن يستطيع جـرم في هـذا المـدار الإهـليلجي تماماً التـحول بسـرعة إلى المدار الدائـري الكامـل تقريبـا الـذي يتحـرك فيه كـوكب الزهـرة. وهكذا دواليك.

وعمومـا، فإن فرضيـات عدة قـدمها علماء، وغير علماء، بـدا فيها بعد أنها غير صحيحة. ولكن العلم مؤسسة تصحح ذاتها. ولكي تقبل الأفكار الجديدة يجب أن تنجح في اختبارات صعبـة جدا. ولعل الناحية الأسـوأ في عمل فيليكوفسكي ليست في أن فرضيـات خاطئـة ومناقضـة للحقائق المقررة بشكل ثـابت فحسب، بل في أن البعض الذين دعـوا أنفسهم علماء حاولوا التستر على هذا العمل. فالعلـم يولد عن الاستقصاء الحر ويكرس لـه: معنى ذلك أن أي فرضية، مهما كانت غـريبة تستحق أن تـوضع موضع الاهتمام بحكـم مزايـاهـا، وهكذا فإن طمس الأفكـار غير المريحة يمكن أن يكون أمـرا عاديا في المسـائل العقائديـة أو السياسية، ولكنـه ليس الطريق المؤدي إلى المعـرفة: وليـس له مكـان في الجهـود العلمية ونحن لا نعـرف مسبقـا من سيكتشف الأفكار الجوهرية الجديدة.

لكوكب الزهـرة نفس كتلة[٥] الأرض وحجمها وكثافتها. وبـاعتبارها الكوكب الأقرب إلى الأرض، فقد اعتبرت لعدة قرون أخت الأرض. فماذا تشبه أختنا الكوكب هذه؟ أفلا يمكن أن تكـون كوكبا صيفياً معتدلاً ذا حـرارة أكثر قليلا من الأرض لأنها أقرب منها إلى الشمس؟ وهـل توجد فيها حفر ناجمة عن تصـادم الأجسام الفضائية بها، أم أن هـذه الحفـر تـآكلت كلهـا؟ وهل توجـد فيهـا بـراكين؟ وجـبال؟ ومحيطات؟ وحياة؟

---

(٤) إن الختم الاسطواني «آدا» الـذي يعود إلى منتصف الألف الثـالثة قبل الميلاد، يُظهـر بشكل بارز الإلهة فينوس (الزهرة) أو نجمة الصباح وبشيرة الشؤم لعشتار البابلية.

(٥) هي بالمناسبة أثقل بثلاثين مليون مرة من أثقل مذنب معروف.

كان أول شخص نظـر إلى الزهرة بالتلسكـوب هو غاليليـو وذلك في عام ١٦٠٩ ورآها مثل قرص خالٍ تماماً من أي ملامح، ولاحظ غـاليليو أن الزهرة تظهر في أطوار مختلفة كالقمـر متحولة من هلال رقيق إلى قرص كـامل، وللسبب نفسه: نحن ننظر أحيانـا وفي أغلب الوقـت إلى الجانب الليلي من الزهـرة، وأحيانا أخـرى، وفي أغلب الوقت أيضا، إلى الجانب النهـاري منها، وهذا الاكتشاف دعم عرضيـاً وجهة النظر القائلة إن الأرض تدور حـول الشمس، وليس العكس. وإذ أصبحت التلسكوبات البصرية أكبر، وتحسنت درجة وضوحها (أي قدرتها في تمييز التفاصيل الدقيقة)، فقد وجهت بانتظام نحو الزهرة. ولكنها لم تستطع أن تفعل أفضل مما فعلت تلسكوبات غـاليليو. فهـذا الكوكـب مغطى بطبقة من الغيـوم الكثيفـة. وعندمـا ننظر إليـه في الصباح أو في المساء نرى ضوء الشمس منعكسا على غيومه. لكن تركيب هذه الغيوم مازال مجهولا حتى بعد قرون من اكتشافه.

ودفع عدم التمكن من رؤية أي شيء على كوكب الزهرة بعض العلماء إلى استنتاج فضولي هو أن سطحها عبارة عن مستنقعات، مثل الأرض في العصر الكربوني. وقد جرى النقاش بهذا الشأن، إذا استطعنا أن نصفه بهذه الكلمة، على النحو التالي:

ـ «لا أستطيع أن أرى شيئا على الزهرة».

ـ «لماذا لا تستطيع؟»

ـ «لأنه مغطى كلياً بالغيوم».

ـ «مم تتألف هذه الغيوم؟»

ـ «من الماء، بالتأكيد».

ـ «إذن لماذا تكون غيوم الزهرة أكثف من غيوم الأرض؟»

ـ «لأنه يوجد ماء أكثر هناك».

ـ «ولكن إذا وجد مـاء أكثر في الغيوم، فيجب أن يوجـد ماء أكثر على السطح، وماهو نوع السطوح الرطبة جداً؟».

ـ «المستنقعات».

وإذا وجـدت مستنقعـات فلماذا لا تـوجـد الحشرات واليعـاسيب، وربما الديناصورات على الزهـرة؟ ولكن المراقبة تشير إلى عدم رؤية أي شيء من هذا القبيل على هذا الكوكب فيما يؤكد الاستنتاج وجود الحياة فيه. وقد عكست غيوم الزهرة التي تمنع ظهور أية معـالم عليها نزعاتنـا وميولنا. فنحن أحياء، وبالتـالي فإننا ننسجم مع فكرة الحياة في أماكن أخرى. ولكن جمع المعطيات بدقة، وتقويم الدلائل هما اللذان يستطيعـان أن يحـددا ما إذا كان هذا العالم مسكونا أم لا. ويبدو أن كوكب الزهرة لا يستجيب لنزعاتنا ورغباتنا.

جاءت أول إشادة حقيقية إلى طبيعة الزهـرة من العمل بموشور صنع من الزجاج أو من سطح مستوى دعي محززة الحيود[٦] التي تكون مغطاة بخطوط مستقيمة دقيقة تفصل بينها مسافـات منتظمة. فعندما يمر شعاع قـوي من الضوء الأبيض العادي عبر شق ضيق ثم عبر موشـور أو محززة، فإنه ينتشر إلى قوس قزح من الألـوان يعرف بالطيف. ويتراوح هـذا الطيف من الترددات[٧] العالية للضـوء المرئي إلى ترددات منخفضة مـن اللون البنفسجي، والأزرق والأخضر والأصفـر والبرتقالي والأحمر. وبما أننا نـرى هذه الألـوان فإنها تعرف بطيف الضوء المرئي. ولكن يـوجد ضـوء أكثر من القسم الصغير من الطيـف الـذي نـراه. ففي الترددات العـاليـة خـارج اللـون البنفسجي، يوجد جزء من الطيف يعرف بما فوق البنفسجي، علما أنه نوع من الضوء حقيقي تماما، ويميـت الميكروبات. وهـو غير مرئي، ولكن يسهل كشفـه بوسـاطة النحل الطنان والخلايـا الضوئية الكهـربائيـة. وعموما فثمـة أشياء في العالم أكثـر مما نستطيع أن نرى. فوراء الأشعة البنفسجية يوجد قسم الأشعة السينية (X) من الطيف ووراء هذه الأخيرة توجد أشعـة غاما (Gamma). وفي الترددات المنخفضـة، أي في

(٦) أداة تستخدم للحصـول على الأطياف استنـادا إلى ظاهـرة الحيود، وهي لـوح زجاجي أو معدني مصقول تحز على سطحه خطوط مستقيمة متوازية (المترجم).

(٧) الضوء هو حركة موجية، وتردده هو عدد ذرا الموجات التي تدخل إلى أداة الكشف كالشبكية على سبيل المثال في وحدة زمن معينة كالثانية. وكلما ازداد التردد ازدادت طاقة الإشعاع.

الطرف الآخر الذي يوجد فيه اللون الأحمر نجد قسم الأشعة تحت الحمراء في الطيف. وقد اكتشفت أول مرة بوضع مقياس حرارة حساس في المكان الذي لا نراه بأعيننا خلف اللون الأحمر فارتفعت درجة الحرارة فيه وبالتالي فقد كان هناك ضوء يسقط على مقياس الحرارة وإن لم يكن مرئيا من قبلنا. ويمكن للأفاعي المجلجلة وأشباه النواقل المعالجة بشكل خاص أن تكتشف الأشعة تحت الحمراء بشكل جيد. أما وراء الأشعة تحت الحمراء فتوجد منطقة الطيف الواسع لموجات الراديو وجميع الأشعات إلى الموجات الراديوية هي أنواع مختلفة من الضوء، ولها أهمية متساوية، وتستخدم كلها في الفلك. وبسبب الحدود المفروضة على أعيننا فلدينا تحيز ومحاباة لذلك القسم «القوس قزحي» الذي ندعوه طيف الضوء المرئي.

في عام ١٨٤٤ كان الفيلسوف أوغست كنت يفتش عن مثال على نوع من المعرفة يبقى مخفياً دائماً. فاختار تركيب النجوم والكواكب البعيدة. وقد ظن أننا لن نزور هذه النجوم والكواكب أبدا، وبما أنه ليس في اليد حيلة، فقد بدا أن معرفة تركيب هذه الأجرام لن تتيسر لنا أبدا. ولكن لم يكن قد مر على وفاة هذا الرجل سوى ثلاث سنوات حتى اكتشف أنه يمكن استخدام الطيف لتحديد التركيب الكيميائي للأجسام البعيدة. فالجزيئات والعناصر الكيميائية المختلفة تمتص ترددات مختلفة أو ألوانا مختلفة من الضوء، ويتم ذلك أحيانا في القسم المرئي، وأحيانا أخرى في أماكن أخرى من الطيف. وهكذا ففي طيف جو أحد الكواكب نجد أن خطاً أسود واحداً يمثل صورة الشق الطولي الذي يفقد فيه الضوء بسبب امتصاص ضوء الشمس خلال مروره القصير عبر هواء عالم آخر. وأن كل خط مماثل مصنوع من نوع معين من الجزيئات أو الذرات. ولكل مادة بصمة طيفية مميزة لها. وبالتالي يمكن أن يحدد نوع الغازات الموجودة في كوكب الزهرة من الأرض التي تبعد ٦٠ مليون كيلومتر عن هذا الكوكب. ويمكننا أيضا أن نحدد تركيب الشمس (التي اكتشف فيها الهليوم أولا وسمي باسم إله الشمس اليوناني هليوس): والنجوم المغناطيسية من نوع (أ) الغنية بعنصر الأوروبيوم، والمجرات البعيدة التي حللت من خلال الضوء المتجمع من مئات مليارات النجوم التي تكوّنها. وعموما فإن التحليل الطيفي هو تقنية

تكاد تشبه السحر. ولعل الأمر الذي لايزال يدهشني هو أن أوغست كنت انتقى مثالا سيئاً.

ولو كان كوكب الزهرة مغموراً بالماء والرطوبة، لكان من السهل أن نرى خطوط أبخرة الماء في طيفه. ولكن أول عملية تحليل طيفي أجريت من مرصد جبل ويلسون في عام ١٩٢٠ تقريبا، لم تكشف عن أي أثر لبخار الماء فوق غيوم الزهرة، مما أوحى بكون سطح هذا الكوكب شبيها بصحراء قاحلة تحيط بها في الأعالي غيوم من غبار السيليكات الدقيق المندفع. ثم كشفت دراسة لاحقة عن وجود كميات كبيرة جداً من ثاني أكسيد الكربون في جوه، الأمر الذي جعل بعض العلماء يستنتجون أن ماء الكوكب كله اتحد بالهيدركربونات ليشكل ثاني أكسيد الكربون، وبالتالي فإن سطح الزهرة أصبح حقل نفط بحجم الكوكب كله أو بحراً من النفط يغطي هذا الكوكب كله. واستنتج علماء آخرون أنه لا يوجد بخار ماء فوق الغيوم لأن هذه الأخيرة باردة جدا، وبالتالي فإن الماء كله كان قد تكثف إلى قطرات ماء ليس لها نفس نموذج الخطوط الطيفية لبخار الماء. ولكن هذه القطرات أوحت أن الكوكب مغطى كليا بالماء. وربما باستثناء جزيرة ذات قشرة عرضية من حجر الكلس، تشبه صخور منطقة دوفر. وبسبب وجود كميات كبيرة جدا من ثاني أكسيد الكربون في الجو لم يكن ممكنا أن يتألف البحر من ماء عادي؛ بل تطلبت كيمياء المواد وجود ماء كربوني، وبالتالي، فقد اقترح أنه يوجد محيط كبير جدا من الماء المعدني الفوّار في كوكب الزهرة.

لم يأت أول مؤشر إلى الوضع الحقيقي في كوكب الزهرة من الدراسات الطيفية في جزأي الطيف المرئي وتحت الأحمر بل من الدراسة الراديوية. فالتلسكوب الراديوي يعمل بوصفه مقياساً للضوء أكثر مما هو أداة تصوير. فهو يوجه إلى منطقة واسعة في السماء، وبالتالي فإنه يسجل مقدار الطاقة التي تصل إلى الأرض على تردد راديوي معين. ونحن معتادون على الإشارات الراديوية التي تنبعث من مختلف النشاطات البشرية وبصورة رئيسية من محطات الإذاعة والتلفزيون. ولكن توجد أسباب عدة أخرى تجعل الأجسام الطبيعية ترسل موجات راديوية. أحد هذه الأسباب هو كونها

حارة. وعندما وجه في عام ١٩٥٦ تلسكوب راديوي إلى كوكب الزهرة فقد اكتشف أن هذا الكوكب يبث موجات راديوية كتلك التي تصدر عن جسم عالي الحرارة جداً. ثم جاء الإثبات الحقيقي بشأن كون سطح كوكب الزهرة ساخنا جداً من مركبة الفضاء السوفييتية من سلسلة «فينيرا» التي نفذت عبر الغيوم الكثيفة، وهبطت على السطح الخفي، والذي يصعب الوصول إليه لأقرب كوكب من أرضنا. وبذلك عرفنا أن كوكب الزهرة ذو حرارة لاهبة. ولا توجد هناك أي مستنقعات، أو حقول نفط أو محيطات من الماء المعدني الفوار. وهكذا فمن السهل أن نخطىء إذا لم تكن المعطيات كافية.

عندما أحيي صديقاً فأنا أراه في الضوء المرئي القادم من الشمس، أو من مصباح كهربائي، والمنعكس عليه. ترتد أشعة الضوء عن صديقي إلى عيني. ولكن القدماء، بمن فيهم أقليدس المشهور، ظنوا في وقت ما أننا نرى بوساطة الأشعة التي ترسلها العين لتلامس الشيء الذي ننظر إليه. وتلك فكرة طبيعية، ويمكن أن تصادف حتى الآن، على رغم أنها لا تصلح لرؤية الأشياء في غرفة مظلمة. وفي الوقت الراهن نجمع بين الليزر والخلية الضوئية، أو بين جهاز إرسال راداري وتلسكوب راديوي، وبذلك نحقق تماساً فعالاً للضوء مع الأجسام البعيدة. وفي علم الفلك الراداري تبث الموجات الراديوية بوساطة تلسكوب موجود على الأرض، فتصطدم بذلك من كوكب الزهرة الذي يصادف أن يكون مواجها للأرض وترتد ثانية إلينا. وفيما يخص الكثير من أطوال الموجات، فإن غيوم الزهرة وجوّها تكون شفافة تماماً بالنسبة إلى نفوذية الموجات الراديوية، أي يمكن لهذه الأخيرة أن تخترقها وتصل إلى سطح الكوكب. ولكن بعض الأماكن على هذا السطح سوف تعمل على بعثرتها في جميع الاتجاهات، وبالتالي، فإن هذه الأماكن سوف تبدو معتمة بالنسبة إلى الموجات الراديوية. ومن خلال متابعة ملامح سطح كوكب الزهرة بالتحرك معه في أثناء دورانه أمكن لأول مرة تحديد طول يوم الكوكب وقياس زمن دورانه حول محوره. وظهر أن كوكب الزهرة يدور حول الشمس مرة واحدة كل ٢٤٣ يوماً أرضياً، لكنه يدور إلى الخلف أي في اتجاه معاكس لدوران جميع الكواكب الأخرى في النظام

الشمسي الداخلي. ونتيجة لذلك، فإن الشمس تشرق على كوكب الزهـرة في الغرب وتغيب في الشرق مستغرقة ١١٨ يوما أرضيا من طلوعها حتى مغيبها. والأهم من ذلك أن كوكب الزهرة يظهر لنا تقريبا الـوجه نفسه عندما يكون في أقرب نقطة إلينا. ومع أن الجاذبية الأرضية تمكنت من أن تدفع كوكب الزهرة إلى التحرك بوتيرة دوران مقيدة بالأرض إلا أن ذلك لم يكن ممكن الحدوث بسرعة. وهكذا فلا يمكن أن يكون عمر هذا الكوكب بضعة آلاف سنة فقط ولابد أن يكون عمره كعمر جميع الأجسام الأخرى الموجودة في النظام الشمسي الداخلي.

أمكن الحصول على صور رادارية لكوكب الزهرة إما بوساطة تلسكوبات رادارية أرضية (مركبة على قواعد لها في الأرض) أو موجودة في مركبة بايونير المرسلة التي تدور حول الزهرة. تظهر هذه الصور دلائل مثيرة على وجود الحفر الناجمة عن اصطدام أجسام فضائية بالكوكب. عدد هذه الحفر غير الكبيرة جدا وغير الصغيرة جدا يماثل العدد الموجود منها في المرتفعات القمرية، وهي من الكثرة حيث إن كوكب الزهرة ينبئنا بوساطتها عن عمره الكبير جدا. ولكن حفر الكوكب ضحلة بشكل ملحوظ، الأمر الذي يدل على أن حرارة السطح العالية أدت إلى إيجاد نوع من الصخور يتدفق خلال فترات زمنية طويلة كالمواد الدبقة أو «المعجونة» التي تسوي التعرجات تدريجياً وتوجد هنا هضاب مستوية السطح منحدرة الجوانب يزيد ارتفاعها مرتين على ارتفاع هضبة التيبت، صخري فسيح جداً، وربما بعض البراكين العملاقة وجبل لا يقل ارتفاعه عن ارتفاع قمة ايفرست. ونحن نرى الآن أمامنا عالما كان مخفيا تماما في السابق بالغيوم، لكن ملامحه اكتشفت لأول مرة بوساطة الرادار والمركبات الفضائية.
إن درجة حرارة سطح الزهرة، التي استنتجها علم الفلك الراديوي وأكدها القياس المباشر المنفذ بوساطة المركبة الفضائية هي ٤٨٠ درجة مئوية أو ٩٠٠ درجة بمقياس فهرنهايت. أي أعلى من درجة حرارة أعلى فرن منزلي. أما الضغط الجوي على سطح هذا الكوكب، فهو ٩٠ ضغطا جويا أي أكبر بتسعين مرة من الضغط الذي نشعر بهِ في جو أرضنا، ويعادل ضغط أو وزن الماء على عمق كيلومتر واحد تحت سطح المحيطات. ولكي تستطيع مركبة فضائية أن تبقى سليمة وقتاً طويلاً على سطح الزهرة، يجب أن تكون مبردة، ومصنوعة بشكل مماثل للغواصات.

يبلغ عدد المركبات الفضائية السوفييتية والأميركية التي أرسلت إلى كوكب الزهرة نحو ١٢ مركبة دخلت إلى جوه الكثيف واخترقت غيومه، لكن عدداً قليلاً منها استطاع أن يبقى سليما لمدة تزيد أو تقل عن ساعة تقريبا على سطحه[٨]. واستطاعت مركبتان فضائيتان سوفييتيتان من نوع فينيرا أخذ صور لسطحه. دعونا الآن نتابع خطوات هذه المهام الرائدة ونزر معاً عالماً آخر.

يمكن في الضوء المرئي العادي أن تُرى غيوم كوكب الزهرة ذات اللون الأصفر الضعيف، ولكنها لا تسمح، كما سبق أن لاحظ غاليليو برؤية أي ملامح على سطحه. وإذا استخدمت آلات التصوير العاملة بوساطة الأشعة فوق البنفسجية، فإننا نستطيع أن نشاهد أحوالا جوية أخاذة دوارة ومعقدة في الطبقة العليا من جوه، حيث سرعة الريح نحو مئة متر في الثانية أي ٢٢٠ ميلا في الساعة. ويتألف جو كوكب الزهرة من ٩٦ بالمئة من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وهناك كميات قليلة جدا من الآزوت، لكن المواد الكربوهيدراتية الموجودة في هذا الجو هي أقل من جزء من عشرة بالمليون. وتبين أن غيوم الزهرة مؤلفة بشكل رئيسي من محلول مركّز لحمض الكبريت، كما توجد كميات صغيرة من حمض كلور الماء، وحمض فلور الماء. وظهر أن كوكب الزهرة مكان خطير جدا حتى في الغيوم العالية والباردة منه.

في مكان عال فوق سطح الغيوم المرئية، وعلى ارتفاع نحو سبعين كيلومترا نجد ضباباً رقيقاً مؤلفا من جزيئات صغيرة وعندما نهبط إلى ارتفاع ٦٠ كيلومترا، نغطس

(٨) إن مركبة بايونير فينوس كانت بعثة أميركية ناجحة في عامي ١٩٧٨ ـ ١٩٧٩، وتكونت من مركبة تدور حول كوكب الزهرة وأربعة مسابر تدخل إلى جوه. بقي اثنان منها في حالة سليمة فترة قصيرة بالرغم من قساوة الظروف على سطحه. ويوجد الكثير من الابتكارات غير المتوقعة في أعداد المركبات الفضائية لاكتشاف الكواكب. ونذكر هنا أحد هذه الابتكارات فقد كان بين الأدوات الموجودة على متن أحد مسابر الدخول المركبة بايونير فينوس، جهاز قياس إشعاعي مقاوم للانصهار، معد لقياس كمية الطاقة تحت الحمراء التي تنطلق إلى الأعلى، وإلى الأسفل، في كل وضع من الأوضاع في جو الزهرة. واحتاج هذا الجهاز إلى نافذة قوية وشفافة تسمح للأشعة تحت الحمراء بالدخول إليها. وقد استوردت قطعة ماسية عيارها ١٣,٥ قيراط وطُحنت بشكل مسحوق وضع ضمن زجاج النافذة المذكورة. دفع المتعهد ضريبة استيراد بلغت ١٢ ألف دولار لكن الجمارك الأميركية أعادت هذا المبلغ إلى صاحبه عندما علمت أن هذه القطعة الماسية أرسلت إلى الزهرة ولن تستخدم لأغراض تجارية على الأرض.

في الغيوم ونجد أنفسنا محاطين بقطرات حمض الكبريت المركـز، ومع استمرار هبوطنا تكبر الجزيئات المكونـة للغيوم. ويوجد الغاز اللاذع المعـروف بثاني أكسيد الكبريت (SO_2) بكميات قليلة جـدا في طبقات الجو المنخفضة. وهو يـدور إلى الأعلى فوق الغيوم، حيث يتحطم بالضـوء فوق البنفسجي القادم من الشمس ليتحد ثـانية بالماء الموجود هنـاك، مشكلا حمض الكبريت مرة أخرى، والـذي يتكثف إلى قطرات، ثم يستقر ويتحطـم ثانيـة في الارتفاعات المنخفضـة بتأثير الحرارة متحـولا ثانيـة إلى ثاني أكسيـد الكبريت (SO_2) وماء ومكمـلا بذلك الدورة. فـالسماء تمطر دائما حمض الكبريت في كوكب الـزهرة، وفي كل مكـان منه، دون أن تصل قطرة واحـدة منه إلى سطح الكوكب.

يمتد الضباب الملـون بالكبريت إلى ارتفاع يبلغ نحو ٤٥ كيلـومترا فوق سطحه، حيث نصل إلى جـو كثيف ولكنه كـالبلور هنـا يكون الضغط الجوي كبيرا لـدرجة لا نستطيع معها أن نرى السطـح، فضوء الشمس يرتد بسبب جـزيئات الجو حتى أننا نفقد جميع المرئيـات على سطحه. لا يوجد هنـا غبار أو غيوم ولكن الجو يزداد كثـافة بشكل محسوس وينعكس الكثير من الضـوء من طبقة الغيوم مسـاويا لما ينعكس من الغيوم الأرضية في يوم غائم.

ومع هذه الحرارة اللاهبة، والضغط الجوي الساحق، والغازات السامة والوميض الأحمر الذي يخضب كل شيء فإن الـزهرة لا تبدو مثل اسمها الاغـريقي فينوس وآلهة الحب بقـدر ماهي تجسيـد لجهنم، وحسب أقصى مـا يمكننـا تمييزه هنـا فإن بعض الأماكن على سطحها هي حقـول مغطاة بصخور ناعمة غير منتظمة ومشـاهد قاحلة وعدائيـة، تتخللها هنا وهناك بقـايا متآكلـة لمركبة فضاء مهجورة جـاءت من كوكب آخر، ولكنها غير مرئية مطلقا بسبب الجو الكثيف والقاتم، والسام[٩].

---

(٩) لا يحتمل أن يكون في هذا المكان الخانق أي شيء حي، حتى ولو تمثل ذلك في مخلوقات تختلف عنا كثيرا. فالجزيئـات العضوية والبيولـوجية الأخرى التي يمكن التفكير فيها سـوف تتفتت إلى أجزاء. ولكن دعـونا نفترض أن حياة ذكيـة تطورت في يـوم ما على هـذا الكوكب، فهل كـانت هـذه الحياة ستخترع العلم فإن تطور العلم على الأرض كان قـد نشأ بصـورة جوهرية بوساطة مـراقبة حركة =

إن الزهرة بمثـابة كوكب كارثة. ويبدو الآن واضحـا بشكل معقول، أن درجات الحرارة العـاليـة على سطحـه تأتي من التأثير الكثيـف والشـامل لما يعـرف بـالبيت الزجاجي، فأشعـة الشمس تمر عبر جو الزهرة وغيـومها، التي هي في وضع بين شبه الشفافية والضوء المرئي، وتصل إلى السطح. وبما أن سطح هذا الكوكب ساخن جداً فإنـه يعيد عكس الأشعـة الشمسية إلى الفضاء ولكن بما أن الـزهرة أبـرد من الشمس بكثير فإنها تبث هذه الأشعة بصورة رئيسية في منطقة الأشعة تحت الحمراء، وليس في منطقة الضوء المرئي من الطيف. ومع ذلك فإن ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء[١٠]

= النجوم والكواكب. أما الزهرة فمغطاة كليا بالغيـوم. والليل فيها طويل جدا يعادل نحو ٥٩ يوما أرضيا ولا يرى فيـه شيء من العالم الفلكي أو السماء. وحتى الشمس لا ترى في النهـار لأن ضوءها يتبعثر وينتشر فوق السماء كلها، فلا يرى منها إلا مايراه الغطاسون في البحر من قبة مضيئة مستوية فوق رؤوسهم. ولو وضع تلسكوب راديوي على سطح الزهرة لأمكن بوساطته رصد الشمس والأرض والأجسام البعيـدة الأخرى. وإذا تطـورت الفيزيـاء الفلكية فسـوف يمكن استنتاج أمـاكن النجوم اعتماداً على مبادىء الفيزيـاء، ولكن هذه الأماكن سوف تحدد نظرياً فقط. وأنـا أعجب أحيانا إزاء مايمكن أن يكـون عليه رد فعل الكائنات الـذكية في الزهرة إذا تعلمت الطيران في يـوم ما، وحلقت في الهواء الكثيف، ثم نفـذت إلى خـارج طبقـة الغيـوم الحاجبـة للـرؤيـة، والممتـدة إلى ارتفـاع ٤٥ كيلـومترا، ووصلت إلى ذروة الغيـوم لتشـاهـد، لأول مـرة، ذلك العـالم الـرائع المؤلف من الشمس والكواكب، والنجوم.

(١٠) لايزال هناك في الوقت الراهن قليل من الشك في وجود كمية وافرة من بخار الماء في كوكب الزهرة. وقد دل مقياس الغاز الكروماتوغرافي الموجود في مسابـر الدخول لمركبة بايونير فينوس على وجود كمية من الماء في طبقـة الجو الـدنيا لكـوكب الـزهـرة في حـدود أجزاء من عشرة بـالمئـة، وفي المقـابل فإن القياسـات بالأشعة تحت الحمراء التي نفـذتها مركبتا الـدخول السوفييتيتان فينيرا ـ ١١ وفينيرا ـ ١٢ دلت على وجود كمية في حدود جزء من مئة بالمئة (٠,٠١٪). وإذا صح الرقم الأول فإن ثاني أكسيد الكـربون وبخـار الماء وحدهما كـافيـان لمنع كل الأشعة الحراريـة من الخروج من سطح الكـوكب، والإبقاء على درجة حرارة هذا السطح في حدود ٤٨٠ درجة مئـوية. أما إذا صح الرقم الثاني وهو في تقديري الأكثـر وثوقية، فإن ثـاني أكسيد الكربون وبخـار الماء وحدهما يكونان كـافيين للإبقاء على درجة حـرارة السطح في حـدود ٣٨٠ درجة مئـوية فقط، بينما تـدعو الحاجـة إلى مكون جـوي آخر لإغلاق النـوافذ الباقية من ذبـذبة الأشعة تحت الحمراء في البيت الـزجاجي الجوي. ومهما يكن من أمر، فإن الكميات الصغيرة من ثاني أكسيد الكبريت وأكسيد الكربون وحامض الهيدروكلوريد التي كشفت كلها في جو الزهرة، تبدو كافيـة لهذا الغرض. وهكذا يبدو أن البعثات الأميركية والسوفييتية الحديثـة إلى كوكب الـزهرة تحققت من أن تأثير البيـت الزجـاجي هو السبب الفعلي لـدرجة حـرارة السطح المرتفعة.

في جـو الزهـرة هما كتيهان بشكل كلي تقريبـا بالنسبـة إلى الأشعة تحت الحمـراء، فإن حـرارة الشمس تمتص بفاعليـة، وتـرتفع بـالتالي حـرارة السطح حتى تتوازن تقريبـا الكمية القليلـة من الأشعة تحت الحمراء التي تتسرب خـارج هذا الجو الكثيف، مع ضوء الشمس الذي يمتص في الطبقة الدنيا من جو الزهرة، وفي سطحها.

يبدو أن العالم المجاور لنا كشف عن كونـه مكاناً بغيضا بشكل كئيب وموحش. ولكننا سنعود إلى كوكب الـزهرة هذا. فهو ساحر بطـريقته الخاصة وهناك الكثير من الأبطال الخرافيين في مجموعـة الأساطير اليونانيـة والنرويجية ممن قامـوا بجهود مشهورة من أجل زيـارة جهنم. وهنـاك الكثير أيضا ممـا يجب تعلمـه عن كـوكبنا، أو الجنـة النسبية، إذا ما قورن بجهنم.

كان أبوالهول ذلك الكائن الخرافي الذي نصفه إنسـان ونصفه الآخر أسد قد صنع قبل أكثر من ٥٥٠٠ سنة. كان وجهه نضراً ومطلياً بشكل أنيق. أما الآن فقد أصبح واهناً ومشـوهاً بسبب العـواصف الرمليـة، والأمطار العـابرة التي تركـت تأثيراتها فيه خلال آلاف السنين. وفي مدينـة نيويورك توجد مسلـة تعرف بإبرة كليوباتـرا كان قد جيء بها من مصر. وفي أقل من مئـة سنة في هـذه المدينة كـادت الكتابـات الموجودة عليهـا تـزول كليـا بسبب السخـام، والتلـوث الصنـاعـي. هـذا النـوع من التـآكل الكيميـائي هـو الـذي يحدث في جو الـزهـرة. فـالتـآكل على كـوكب الأرض يـزيل المعلومات ببطء، ولكن هذا التآكل يمكن أن يلاحظه لأنه يحدث بالتدريج على غرار هـذر قطرات المطـر أو لسع حبات الـرمل. فالبنى الكبيرة كسـلاسل الجبال تستمـر عشرات ملايين السنين، فيما تبقى الآثار الأصغر منها مثل الحفر الناجمة عن اصطدام الأجسام الفضائية بالأرض مئات آلاف السنين[(١١)] أما المنشآت الكبيرة التي يقيمها الإنسـان، فيمكن ألا تستمر سـوى بضعة آلاف مـن السنين. وبالإضـافة إلى هـذا التـآكل البطي والمتهاثل، فـإن الـدمـار يحدث أيضـا بسبب كـوارث كبيرة وصغيرة.

(١١) يمكن القول بشكل أدق إن الطفرة الناجمة عن اصطدام أحد الأجسام الفضائية بالأرض، والتي يبلغ قطرها ١٠ كيلـومترات تحدث مرة كل ٥٠٠ ألف سنة. ويمكن أن تستمـر مدة ٣٠٠ مليون سنة تقريبا في المناطق المستقرة جيولـوجيا كما في أوروبا، وشمال أميركا. أما الحفر الأصغر فتحدث بتواتر أكبر وتزال بسرعة أكبر، ولاسيما في المناطق النشيطة جيولوجيا.

فأبوالهول فقـد أنفه. وكان أحـدهم قد رماه بطلقة في عمل اعتـدائي يقال إنه قـام به أحد المماليك الأتراك، والبعض الآخر يقول إنه أحد جنود نابليون.

يوجد دليل في كل من الأرض، والزهرة، وفي أماكن أخرى من النظام الشمسي، على الدمـار الكارثي الذي يخف أو يـزيد بوسـاطة عمليات أبطأ وأكثـر تماثلا: فعلى كوكب الأرض، مثـلا نجد أن سقوط المطـر وتحركه في جداول وسيـول وأنهار من مياه جارية تكـون أحواضا كبيرة الطمي، وعلى المريخ نجـد بقايا الأنهار القديمـة النابعة ربما من تحت أرضه، كما نجد في قمر أيو (Io) التابع لكوكب المشتري مـايبدو أقنية كبيرة صنعها تدفق الكبريت السائل.

وتوجد أيضـا منظومات مناخية قويـة على الأرض، وفي طبقات الجو العليا لكل من الزهرة والمشتري. وهناك العـواصف الرملية في كوكبي الأرض والمريخ؛ والبرق في المشتري والـزهـرة والأرض، والبراكين التي تقـذف حممهـا إلى أجـواء الأرض والقمـر إيـو. وتشوه العمليـات الجيولـوجية الـداخلية ببطء سطـوح كل من الزهـرة والمريخ والقمرين غانيميد (Ganymede) ويوروبـا (Europa)، والأرض أيضا وتنتج أنهار الجليد المعروفـة ببطء حركتها تغييرات رئيسية في منـاظر الأرض وربما في المريخ أيضا. لكن هذه العمليـات لا تحتاج إلى الاستمرار في الـزمن، فأغلب أجزاء أوروبـا كانت مغطـاة بالجليـد. وقبل بضعة مـلايين من السنين كان الموقع الحالي لمدينـة شيكاغـو مدفونا تحت ثلاثة كيلـومترات من الجليد. وعموما فنحن نرى في المريخ، وفي أماكن أخـرى من النظام الشمسي، مـلامح ليس من الممكن أن تتكـون حـاليـا، ومناظـر تكونـــت قبـــل مئـات ملاييـــن أو مليـارات السنين عنـدما كـان مناخ الكـواكب مختلفا جدا.

وثمة عـامل إضافي يمكن أن يغير المشهـد الطبيعي ومناخ الأرض ذاته: فـالحياة الـذكية تستطيع القيـام بتغييرات بيئية رئيسيـة. وعلى غـرار الزهـرة يوجـد في الأرض مفعول البيت الـزجاجي النـاجم عن ثاني أكسيـد الكربـون وبخار الماء. ولـولا هذا التأثير لكانت حرارة الأرض في كل أنحائها قد انخفضت إلى مادون درجة حرارة تجمد الماء. فهو يبقي المحيطـات سائلة، ويجعل الحيـاة ممكنة ولكن يفضل أن يكـون هذا

التأثير ضئيلا. وفي الأرض، كما في الزهرة يوجد ٩٠ وحدة ضغط جوي من ثاني أكسيد الكربون لكنه يكمن في الأحجار الكلسية والمواد الكربونية الأخرى، وليس في الجو. ولو حركت الأرض قليلا نحو الشمس لازدادت حرارتها قليلا فقط. وهذا سيطرد بعض ثاني أكسيد الكربون (CO_2) من صخور سطحها، ويزيد بالتالي من مفعول البيت الزجاجي الذي سيزيد بدوره من حرارة سطح الأرض. وسوف يحوّل السطح الأكثر حرارة مزيدا من المواد الكربونية إلى ثاني أكسيد الكربون (CO_2) ويمكن آنذاك أن ينطلق مفعول البيت الزجاجي بدرجات الحرارة إلى مستويات أعلى. وهذا هو بالضبط ماحدث كما نظن في التاريخ المبكر لكوكب الزهرة بسبب قربه من الشمس. وهكذا فإن البيئة على سطح كوكب الزهرة هي إنذار لنا بأنه قد تحدث كارثة مماثلة في أي كوكب من كواكب النظام الشمسي، وفي كوكبنا خاصة.

إن مصادر الطاقة الرئيسية لحضارتنا الصناعية الراهنة هي مايعرف بوقود الأحافير Fossil. فنحن نحرق الخشب، والنفط، والفحم، والغاز الطبيعي، وتنتج عن ذلك نفايات غازية ولاسيما ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، تتبدد، وتنتشر في الهواء. وهكذا فإن كمية ثاني أكسيد الكربون الموجودة في الهواء تزداد بشكل حاد. وأن احتمال انفلات مفعول البيت الزجاجي يفرض علينا الحذر. وحتى إذا لم تتجاوز الزيادة في الحرارة العالمية درجة واحدة أو درجتين فإن النتائج يمكن أن تكون كارثية. ونحن نضع في حرقنا الفحم والنفط والبنزين كميات من حمض الكبريت أيضا في الجو.

وعلى غرار كوكب الزهرة، فإن طبقة الجو العليا (الستراتوسفير Stratosphere) الأرضية تحتوي الآن على كمية ملموسة من الضباب المؤلف من قطرات حمض الكبريت ومدننا الكبرى ملوثة بجزيئات سامة. ونحن لا نفهم التأثيرات الطويلة الأمد لما نقوم به من أعمال.

ولكننا كنا ولانزال نسيء إلى المناخ في اتجاه معاكس. فمنذ مئات آلاف السنين تقطع الكائنات البشرية الغابات وتحرقها وتشجع الحيوانات على كشط المراعي وتدميرها. وتتفشى حاليا عمليات حرق الأراضي المشجرة وتحويلها إلى أراض زراعية

وقطع الغابات الاستوائية لأغراض صناعية، والرعي المفرط. ولكن الغابات أكثر عتمةمن المروج، والمروج أكثر عتمة من الصحاري. وبنتيجة ذلك فإن كمية ضوء الشمس التي تمتصها الأرض تتضاءل، كما أننا نقلل درجة حرارة سطح كوكبنا بوساطة التغييرات التي نحدثها في الأرض. فهل يمكن لهذا التبريد أن يزيد من حجم الجليد القطبي الذي سوف يعكس بسبب لمعانه مزيداً من ضوء الشمس عن الأرض، الأمر الذي يُبرد هو الآخر كوكبنا، ويفلت آنذاك المفعول المعروف بالألبيدو (١٢).

إن كوكبنا الأزرق الجميل هو الوطن الوحيد الذي نعرفه. فالزهرة ساخنة جدا. والمريخ بارد جدا. ولكن الأرض هي المكان المناسب للبشر. وبعد كل شيء فنحن تطورنا هنا. ولكن مناخنا المتجانس يمكن أن يكون غير مستقر. ونحن نسيء إلى كوكبنا المسكين بطرائق خطرة ومتناقضة. فالسؤال هو: هل هناك خطر من تحويل بيئة الأرض إلى مايشبه كوكب الزهرة الجهنمي أو إلى العصر الجليدي للمريخ؟ والجواب البسيط هو أن أحدا لا يعرف. فدراسة المناخ العالمي ومقارنة كوكب الأرض بالعوالم الأخرى هما موضوعان لايزالان في المراحل الأولى من تطورهما، ناهيك عن كونهما مجالين يمولان في شروط يغلب عليها الهزال والتذمر. وبسبب جهلنا فنحن مستمرون في الدفع والجذب، وفي تلويث الجو وزيادة درجة لمعان الأرض، متغافلين عن الحقيقة القائلة إن النتائج البعيدة المدى مجهولة إلى حد كبير.

فقبل بضعة ملايين من السنين، عندما نشأت الكائنات البشرية لأول مرة على الأرض، كان كوكبنا في منتصف عمره، البالغ ٤,٦ مليار سنة بعيدا عن كوارث واندفاعات الشباب النزقة. ولكننا، نحن البشر نمثل الآن عاملا جديدا، وربما حاسما وقد أعطانا ذكاؤنا وتكنولوجيتنا القدرة على التأثير في مناخنا. فكيف سنستخدم هذه القدرة؟ وهل نحن راغبون في تحمل الجهل بالأمور التي تؤثر في

(١٢) الألبيدو: هو ذلك الجزء من ضوء الشمس الساقط على كوكب ما، والذي ينعكس مرتدا إلى الفضاء. وألبيدو الأرض هو ٣٠ ــ ٣٥ بالمئة. أما بقية ضوء الشمس فتمتصها الأرض، وهي المسؤولة عن حرارة السطح الوسطية.

العائلة البشرية كلها والاذعان له؟ وهل نفضل المكاسب القصيرة الأمد على مصلحة كوكب الأرض؟

أم هل سنفكر في المدى الأبعد ونهتم بأولادنا وأحفادنا، ونفهم ونحمي مجموعة أنظمة الحياة في كوكبنا؟ إن الأرض هي عالم دقيق وهش. وتحتاج إلى الحنان.



الفصل الرابع

أغانٍ حزينة للكوكب الأحمر

يحكى أنه قبل سنوات عـدة أرسل ناشر إحدى الصحف المشهورة بـرقية إلى عالم فلكي مرموق طلب إليه فيهـا أن يرسل إليه برقية جوابية فوريـة مؤلفة من ٥٠٠ كلمة بشـأن ما اذا كانــت الحياة موجودة على كوكب المريخ . فأجـاب هذا العالم الفلكي «لا أحد يعـرف» ، وكـرر هـذا التعبـير المؤلـف من كلمتيـن في اللغــة الإنكليـزية (No Body Knows) ٢٥٠ مرة .

ولكن برغم هـذا الاعتراف بالجهل الذي أكده بإصرار خبير في هـذا المجال ، فإن أحداً ، لم يعره اهتماماً . ومنذ ذلك الوقت حتى الآن ، لانزال نسمع تصريحات موثوقة من قبل أولئك الـذين يعتقدون بأنهم استـدلـوا على وجود الحيـاة في المريخ ، وأولئك الذين يعتقدون بأنهم نفـوا هذا الوجود . وعمـوما فان بعض الناس يـريدون فعلا أن تـوجد حيـاة في المريخ بينما يـريد بعضهم الآخـر العكس تمامـا» . وحدثت مـواقف متطرفة من كل جانب .

وعملت هذه الأهواء القوية بشكل مـا على عدم تقبل الغموض وهو أمر أساسي في العلـم . ويبـدو أن هناك الكثير من النـاس الذين يـرغبون ببسـاطة في العثـور على جـواب مهمـا كان نوعـه لتجنب عبء وجود احتمالين متعارضين كليا في اذهانهم في آن معا .

وكان بعض العلماء يظنون أن المريخ مأهول بالسكان ، ولكن هذا الظن لم يستطع أن يجد حتى أوهى الدلائل على صحته .

واستنـتج آخـرون انه لا تـوجد حيــاة في المريـخ لأن البحث الأولي عن ظـواهر

الحياة فيه انتهى اما بالفشل أو بالغموض. لقد عزفت الأغاني أكثر من مدة للكوكب الأحمر.

فلماذا الاهتمام بسكان المريخ؟ ولماذا هذا القدر الكبير من التأملات المشوقة والخيالات الخصبة عن المريخيين بالذات، وليس على سبيل المثال عن سكان زحل أو بلوتو؟ السبب هو أن المريخ يبدو للوهلة الأولى شبيها جدا بالأرض. فهو أقرب كوكب يمكننا أن نرى سطحه. ويوجد فيه قطبان متجمدان وغيوم بيضاء تندفع من مكان إلى آخر وعواصف غبارية شديدة، ونماذج تتغير في كل فصل على سطحه، وحتى يومه مؤلف من ٢٤ ساعة.

جميع هذه الأشياء تغري بالتفكير في أنه عالم مأهول بالسكان. وقد أصبح المريخ نوعا من المسرح الخرافي الذي أسقطنا عليه آمالنا ومخاوفنا الأرضية كلها. ولكن استعدادنا النفسي لأن نكون معه أو ضده لا يجوز أن يضللنا.

فالشيء المهم هو وجود الدليل، وهذا لم يتوافر بعد. ويبقى المريخ الحقيقي وهو عالم الأعاجيب وآفاقه المستقبلية هي أكثر إثارة للفضول من فهمنا السابق له.

وفي وقتنا الراهن استطعنا فحص رمال المريخ وأقمنا وجودا لنا فيه، وبالتالي فقد حققنا ما يمكن تسميته قرن الأحلام!

«لم يكن أحد ليظن في السنوات الأخيرة من القرن التاسع عشر أن هذا العالم كان يراقب بشكل متحمس ودقيق من قبل كائنات أذكى من الإنسان، ولكنها من النوع الذي يموت، شأنها شأن الإنسان ذاته، وأنه في حين انهمك الرجال باهتمامات مختلفة كانوا يخضعون في الوقت ذاته للتدقيق والدراسة، وربما بالأسلوب ذاته الذي يستخدمه رجل ما عندما يدقق بمجهره في المخلوقات العابرة التي تتحشد وتتكاثر في قطرة من الماء.

وقد سعى الناس، بشعور من الرضا غير محدود، هنا وهناك في هذه الكرة التي نعيش فيها متتبعين شؤونهم الصغيرة، وواثقين من سيطرتهم على المادة. ومن الممكن

أن تفعل النقاعيات* الشيء ذاته تحت المجهر. ولم يفكر أحد في العوالم الأقدم كمصادر خطر على الإنسان، أو فكر فيها مستبعدا فكرة الحياة فيها باعتبارها غير ممكنة ومستحيلة. ومن المثير تذكر بعض العادات الذهنية لتلك الأيام الخوالي.

وفي أحسن الحالات تخيل الناس الأرضيون إمكان وجود ناس آخرين على المريخ، وربما من نوعية أدنى منهم، ومستعدين للترحيب بالبعثة الأرضية. ومع ذلك فهناك عبر الفضاء الواسع عقول تبدو عقولنا بالمقارنة معها مثل ماهي بالمقارنة مع عقول الحيوانات المفترسة المنقرضة، أذهان جبارة وقاسية وغير ودية ترقب الأرض بعيون حسودة وهي تضع ببطء وعزم خططها ضدنا».

إن الفقرة السابقة هي السطور الأولى من رواية الخيال العلمي التي كتبها هـ. ج. ويلز، ونشرت في عام ١٨٩٧ بعنوان «حرب العوالم» وهي لاتزال محتفظة بقوة إقناعها حتى يومنا هذا[1]. وفي كل تاريخنا، كان هناك الخوف أو الأمل بإمكان وجود حياة خارج كرتنا الأرضية. وفي السنوات المئة الأخيرة، كانت الأنظار متجهة إلى نقطة ضوء حمراء لامعة في سماء الليل وقبل نشر كتاب (حرب العوالم) بثلاث سنوات، أقام أحد سكان مدينة بوسطن واسمه برسيفال لويل، مرصدا كبيرا طور فيه أكثر الادعاءات تفصيلا ودقة في دعم وجود حياة على المريخ.

كان لويل قد ولع بالفلك منذ كان فتى، ثم دخل جامعة هارفارد واستطاع الحصول على وظيفة دبلوماسية شبه رسمية في كوريا بالإضافة إلى السعي المعتاد وراء الثراء.

وكان قد قام بإسهامات رئيسة قبل وفاته في عام ١٩١٦، في معرفة طبيعة الكواكب وتطورها، وفي التوصل إلى استنتاج هو أن الكون يتمدد.

وتمكن بشكل حاسم من اكتشاف كوكب بلوتو الذي سمي باسمه، إذ إن

* كائنات حية أو حييوينات تكثر في نقاعات المادة العضوية - المترجم.

(١) في عام ١٩٣٨ قدم اورسون ويلز تمثيلية إذاعية عن الرواية حول فيها غزو سكان المريخ من انكلترا إلى شرق الولايات المتحدة الأميركية. مثيرا الرعب في قلوب ملايين الأميركيين الذين ظنوا أن سكان المريخ يقومون بهجوم حقيقي.

الحرفين الأولين من بلوتو هما الحرفان الأولان من كلمتي برسيفال (ب) لويل (ل). الا أن هوى لويل الدائم طوال حياته كان المريخ. وقد أصيب بما يشبه الصدمة الكهربائية عندما أعلن العالم الفلكي الإيطالي جيوفاني سكياباريلي في عام ١٨٧٧ وجود اقنية في المريخ.

كان سكياباريلي قد بلغ خلال اقتراب المريخ من الأرض عن وجود شبكة معقدة من الخطوط المستقيمة المفردة والمزدوجة التي تقاطعت مع المناطق اللامعة من الكوكب وتعني كلمة (Canali) باللغة الإيطالية مجرى نهر أو اخدود، ولكن ترجمت إلى اللغة الإنكليزية بكلمة (Canals) التي تعني الأقنية التي تتطلب تصميما يقوم به كائن مفكر. فاجتاح الهوس أوروبا وأميركا من جراء هذا الابلاغ، ووجد لويل نفسه منجرفا فيه.

وفي عام ١٨٩٢ أعلن سكيا باريلي توقفه عن مراقبة المريخ بسبب ضعف بصره. فقرر لويل أن يتابع هذا العمل. وأراد أن يعمل في موقع رصد من الدرجة الأولى لاتعوقه الغيوم أو أضواء المدينة ويتميز «بالرؤية» الجيدة، ويعني هذا في التعبير المستخدم من قبل الفلكيين جوا مستقرا يقل فيه وهن إضاءة الصورة الفلكية في التلسكوب إلى الحد الأدنى. وتعود الرؤية السيئة إلى اضطراب خفيف في الجو فوق التلسكوب وهو سبب تذبذب ضوء النجوم.

بنى لويل مرصده بعيدا عن منزله على القمة المعروفة بقمة المريخ في منطقة فلاغستاف بولاية اريزونا[٢]. ثم رسم معالم المريخ ولاسيما الأقنية التي فتنته. إن أعمال المراقبة من هذا النوع ليست سهلة، فأنت تبقى ساعات طويلة في البرد القارس للصباح المبكر. وغالبا ماتكون الرؤية سيئة وتغبش صورة المريخ وتبدو مشوشة، فتضطر إلى تجاهل ماتراه.

(٢) كان اسحق نيوتن قد كتب يقول: «إذا أمكن لنظرية صنع التلسكوبات أن تنفذ عملياً في نهاية المطاف، فسوف تكون هناك عوائق لا يمكن لهذه التلسكوبات تجاوزها. وذلك لأن الهواء الذي نرى عبره النجوم يكون دائما في حالة رجفان.. والعلاج الوحيد هو أن يتوافر الهواء الصافي والهادىء، والذي يمكن أن يوجد في ذرا الجبال فوق أكثف الغيوم».

وفي بعض الأحيان تثبت الصورة وتظهر معالم الكوكب رائعة في اللحظة. آنذاك يجب عليك أن تتذكر ماظهر لك وأن تسجله بدقة على الورق. وعليك أن تضع مفاهيمك السابقة جانبا وتسجل بذهن مفتوح ملامح المريخ العجيبة.

إن سجلات ملاحظات برسيفال لويل ملأى بما ظن أنه رآه: فهناك المناطق اللامعة والمعتمة، ولمحة عن الجليد القطبي، الأقنية، والكوكب الذي تزينه هذه الأقنية. ظن لويل أنه كان يرى شبكة من حفر الري الكبيرة تلتف حول الكوكب، وتحمل الماء من الجليد القطبي الذائب إلى السكان العطاش في المدن الاستوائية. وظن أيضا أن هذا الكوكب مأهول بسكان من جنس أقدم وأكثر حكمة، وربما مختلفين جدا عنا. وظن أن التغييرات الموسمية في المناطق المعتمة تعود إلى نمو النباتات وموتها. وظن كذلك أن المريخ شبيه جدا بالأرض، وباختصار فقد ظن أشياء كثيرة.

تصور لويل أن المريخ هو عالم مهجور، وقديم، وقاحل، وذاو. ومع ذلك فهو صحراء شبيهة بالأرض. وعموما، فإن مريخ لويل يشترك في ملامح كثيرة مع الجنوب الغربي الأميركي حيث أقيم مرصد هذا العالم. وتخيل أن الحرارة في المريخ تميل إلى البرودة، ولكنها تظل مريحة على غرار ماهي عليه في جنوب انكلترا.

أما الريح فهي غير كثيفة، ولكن يوجد اوكسجين كاف للتنفس، والماء نادر، لكن شبكة الأقنية الرائعة تحمل سائل الحياة إلى أرجاء الكوكب كلها.

ومالبث التحدي المعاصر والأكثر خطرا على أفكار لويل أن جاء من مصدر غير متوقع. ففي عام ١٩٠٧ طلب إلى الفرد راسل والاس الذي كان قد ساهم في اكتشاف التطور بوساطة الانتقاء الطبيعي، ان يراجع أحد كتب لويل، كان هذا الرجل مهندسا في شبابه، وفي حين كان سريع التصديق لبعض القضايا كالحاسة السادسة على سبيل المثال، فإنه كان في المقابل متشككا إزاء كون المريخ مأهولا بالسكان. أظهر والاس أن لويل أخطأ في حسابه درجات الحرارة الوسطية في المريخ. فعوضا عن كون هذه الدرجات مماثلة لحرارة جنوب انكلترا، فإنها كانت مع

استثناءات قليلة، تحت درجة تجمد الماء وأنه يجب أن يكون هناك تجمد سرمدي، أي طبقة متجمدة دائما تحت السطح. وأن الهواء كان أقل كثافة بكثير مما حسب لويل. وأنه يجب أن تكون الحفر الناجمة عن اصطدام الأجسام الفضائية به وافرة على غرار ماهو عليه الأمر على القمر أما فيما يخص الماء في الأقنية:

«فإن أي محاولة لجعل ذلك الفائض الضئيل (من الماء) ينتقل، بوساطة الأقنية المكشوفة عبر خط الاستواء إلى نصف الكرة المريخية الآخر، وفي تلك المناطق الصحراوية والمعرضة لسماء صافية حسبما وصفها السيد لويل، ستكون من صنع مجموعة من المجانين أكثر مما هي من صنع كائنات ذكية. فمن المؤكد، دون أي شك، أن قطرة واحدة من الماء لن تستطيع تجنب التبخر ولو على مسافة مئة ميل فقط من منبعها.

كان هذا التحليل الفيزيائي الصحيح والمدمر قد كتبه والاس وهو في الرابعة والثمانين من عمره. وكان استنتاجه أن الحياة على المريخ مستحيلة علما أنه عنى بذلك المهندسين المدنيين الذين لديهم اهتمام بعلم المياه. ولكنه لم يقدم أي رأي بشأن العضويات المجهرية.

وبالرغم من انتقاد والاس، ومن حقيقة كون الفلكيين الآخرين الذين يملكون تلسكوبات ومراصد لا تقل في جودتها عن مرصد لويل لم يجدوا أي مؤشر إلى وجود الاقنية المدعاة، فإن وجهة نظر لويل بما يتعلق بالمريخ لقيت قبولا شعبيا فقد كان لها طابع خرافي لا يقل قدما عن نشوء الخليقة. كان جزء من جاذبيتها يعود إلى أن القرن التاسع عشر كان عصر الأعاجيب الهندسية، بما فيها بناء الأقنية الضخمة. فقناة السويس أكملت في عام ١٨٦٩، كما أكملت قناة كورينث (Corinth) في ١٨٩٣، وقناة باناما في عام ١٩١٤، ناهيك عن المنجزات المماثلة القريبة، كسدود البحيرة الكبرى، والأقنية الملاحية في ولاية نيويورك، واقنية الري في الجنوب الغربي الأميركي. وإذا كان الأوروبيون والأميركيون قد استطاعوا انجاز هذه الأعمال الفذة، فلماذا لا يستطيع المريخيون أن يفعلوا الشيء ذاته؟ ثم ألا يمكن أن تكون قد بذلت هناك جهود

أدق من قبل جنس بشري أقـدم وأكثر حكمـة ويصارع بشجـاعة زحف الجفـاف في الكوكب الأحمر؟

استطعنا الآن أن نضع أقمار استطلاع اصطناعية في مدارات حول المريخ، وضعنا خرائط للكوكب كله. وأنزلنا مخبريـن مؤتمتين على سطحه. واذا حدث اختلاف منذ زمن لويل فهـو زيادة عمق أسرار المريخ ولكننا لم نجـد في الصورة التي هي أدق من أي مشاهدات سـابقة للمريـخ أي اثـر لرافـد أوسـد من شبكة الأقنية التي تبجح بها مكتشفوها.

وهكذا فقد ضلل لويل، وسكياباريلي، والآخرون، الذين قاموا بالمراقبة في شروط رؤيـة صعبـة وربما يعود ذلك جزئيا إلى أنهم كـانوا مهيئين لتصديق فكرة وجـود حياة على المريخ.

تعكس سجـلات المراقبة التي استخـدمها بـرسيفال لـويل جهدا دائبـا بذلـه في العمل بوساطة التلسكوب خلال عـدة سنوات. وهي تظهر أن لويل كان يعي ذلك الشك الذي عبر عنـه الفلكيون بشأن حقيقة الأقنية. كما انها تكشف أن هـذا الرجل كان مقتنعا بأنه قام باكتشاف هام، وكان منزعجا لأن الآخرين لم يفهموا أهميته. وفي سجل المراقبة لعـام ١٩٠٥، نجد على سبيل المثـال في يوم ٢١ ينايـر (كانـون الثاني) مـايلي: «ظهرت قنـاتان من خـلال انعكاس الضـوء عليهما مثبتتين بذلك الحقيقـة» وعندما قرأت هذه السجلات انتابني شعـور واضح، ولكنه غير مريح، بأنه كان قد رأى شيئا مافعلا، ولكن ماهو هذا الشيء؟

عندما قارنت أنا وبول فوكس من جامعة كورنيل خرائط المريخ التي صنعها لويل بالصـورة التي اخذت له من المركبـة الفضائية مارينـز - ٩ الموجودة في مدار حـوله، والتي كـانت أحيـانـا أفضل بألف مـرة من تلك التي كـانت بحـوزة لـويل، الـذي استخدم تلسكـوبات عـاكسة ذات قيـاس يبلغ ٢٤ بوصـة (٦٠ سنتمترا) للحصول عليها، لم نجد أي عـلاقة متبادلة بينهما. ولم يكن ذلك بسبب عدم تـركيز لويل على التفاصيل الدقيقة المجزأة على سطح هذا الكوكب، وتحويلها إلى خطوط وهمية متصلة

بل لأنه لم توجد أي بقع معتمة أو سـلاسل من الحفر في مواقع أغلب الأقنية ولم تكن هناك أية معالم أخرى مطلقا. وبالتـالي فكيف استطاع ان يرسم الأقنية ذاتها سنة بعد سنة؟. وكيف استطاع فلكيون آخرون، قال بعضهم إنه لم يدقق خرائط لويل إلا بعد القيام بالمراقبة، رسم الأقنية ذاتها؟.

إن أحد أهـم مكتشفات مارينـر - ٩ التي أرسلت إلى المريخ هـو أنه تـوجد على سطحه خطوط وبقع (يـرتبط الكثير منها بأسوار الحفر النـاجمة عن الصدمات) وهي تتغير حسب الفصول. وهي تعـزى إلى الغبار الـذي تحمله الريـاح، وأشكالها تتغير حسب الريـاح الفصلية، ولكن ليس لهذه الخطوط شكل أقنيـة أو مواضع لها، وقبل كل شيء ليس أي منهـا كبيرا بما يكفي لـرؤيتـه من الأرض. ولا يحتمل وجـود معـالم حقيقية على المريخ تشبه وان قليـلا، اقنية لويل في العقود الأولى من هـذا القرن، ثم اختفت دون أن تترك أثـرا بمجرد أن تـوفـر إمكان التحقق منهـا عن كثب بـوساطـة المركبات الفضائية.

يبدو أن أقنية المريخ سببهـا قصور وظيفي ما في الظروف الصعبة للـرؤية يعود إلى طبيعـة ترابط اليـد والعين والدمـاغ (لـدى بعض الناس على الأقل لأن ثمـة فلكيين آخرين، ممن راقبوا المريخ بأدوات لا تقل جودة عن الأدوات المستخدمة في زمن لويل وبعـده، قالـوا إنهم لم يـلاحظـوا أي اقنية من أي نـوع). ولكن ذلك لا يعـد تفسيرا «شامـلا» إلا بصعوبـة، وأنا مـازلت أشك في أن بعض المعالم الـرئيسة لمشكلـة اقنية المريخ لم تكتشف بعد.

وكـان لويل يقـول دائما إن انتظـام الأقنية هـو مـؤشر لايخطىء إلى أنها من صنع مخلوقات عـاقلة. وهذا صحيح فعلا ولكن المسألة الـوحيدة التي لم تجد حلا على أي جانب من التلسكوب كان هذا المخلوق العاقل.

كان أهل المريخ في تصور لويل لطفاء ومفعمين بالأمل، بل يشبهون الآلهة قليلا، ومختلفين جدا عن الحاقدين الخطـرين الذين صورهم ويلز في (حـرب العوالم). وقد مرت كلتا هـاتين المجموعتين من الأفكار في مخيلة الـرأي العام عبر ملاحق الصحف

الصادرة في أيام الأحد وفي كتب الخيـال العلمي . واستطيع أن اتذكر كيف كنت اقرأ بافتتان شـديد، عندما كنت صغيرا روايات المريخ التي كتبها ادغار رايس بورروز. وقد سافـرت مع بطل الروايـة جون كـارتر المغامـر الظريف من فـرجينيا إلى (بـرسوم) كما يسمي سكـان المريخ كوكبهم . وتتبعت حيـوانـات ذات ثماني أرجل من النوع المعـد لحمل الأثقـال، وكسبت ود المرأة الـرائعة ديجاتـوريس أميرة الهليـوم وصرت صديقـا للرجل المحارب الأخضر البالغ طوله أربعة أمتار، تارس فاركاس. وتجولت عبر المدن البرجية ومحطات الضخ ذات القبب في برسوم، وعلى امتداد الضفاف الخضراء لقناتي نيلوسيرتيس ونيبيتيز (Nylosyrtis And Nepethes) .

فهل كان ممكنا في الواقـع وليس في الخيال أن أغامر بالذهاب مـع جون كارتر إلى مملكة الهليوم في المريخ؟ . وهل يمكن أن نغامر معا بالخروج في مساء صيفي في رحلة مغامـرة علمية خطرة حيث كان طـريقنا مضاء بقمـرين يتحركان بسرعة في بـرسوم؟ وحتى لو تبين ان استنتاجـات لويل كلها عن المريخ، بما فيها وجـود الأقنية الخرافية ليست صحيحة فإن لوصفـه هذا الكوكب ميزة إيجابية واحـدة على الأقل هي أنه أثار مشـاعـر واهتمامـات جيل لا تتجاوز أعماره ثماني سنـوات بمن فيـه أنـا، ودفعـه إلى التفكير في أن اكتشاف الكواكب هو إمكـان حقيقي، وإلى التساؤل عما اذا كنا نحن انفسنا سنقوم برحلة في يوم ما إلى المريخ .

جون كارتر ذهب إلى هناك عن طريق الوقوف في حقل مفتوح ومد يديه إلى أقصى مايستطيع وتمنى ذلك .

ولا أزال اذكـر اني امضيت ساعـات كثيرة في طفـولتي مادا ذراعي في حقل فـارغ ومتوسلا الى ماظننته المريخ لكي ينقلني إليه . ولكنه لم يفعل ذلك قط . وكان لابد أن تكون هناك وسيلة مايمكنها ان تفعل ذلك .

إن الآلات عموما تتطور، شأنها شأن العضويات . فالصاروخ بدأ كما بدأ البارود الذي استخدم لـدفعه في الصين حيث استخدم لأغراض احتفالية وجماليـة . وعندما استـورد إلى أوروبا في القـرن الرابع عشر تقـريبا استخـدم في الحرب وفي نهاية القـرن

التاسع عشر بحث معلم مدرسة روسي اسمه كونستانتين تسيولكوفسكي استخدامه كوسيلة للنقل إلى الكواكب وطوره لأول مرة وبشكل جدي للتحليق على ارتفاعات عالية العالم الأميركي روبرت غودارد. واستخدمت في الصاروخ الحربي الألماني ف - ٢ (V-2) الذي يعود إلى الحرب العالمية الثانية جميع ابتكارات غودارد والتي بلغت الذروة في عام ١٩٤٨ في إطلاق الصاروخ المركب ذي المرحلتين كابورال (V-2/WAC) إلى ارتفاع لم يسبق له مثيل هو ٤٠٠ كيلو متر. وفي أعوام الخمسينيات ظهرت أول الأقمار الاصطناعية نتيجة التقدم الهندسي الذي حققه سيرغي كورولوف في الاتحاد السوفييتي ووارنر فون براون في الولايات المتحدة الأميركية، والذي يجري تمويله بهدف إنتاج مركبات إيصال أسلحة التدمير الشامل، واستمرت خطوات التقدم ناشطة، فارسلت مركبات مدارية مأهولة ثم الهبوط على القمر وإرسال مركبات غير مأهولة عبر المجال الخارجي للنظام الشمسي، واستطاعت عدة دول أخرى أن تطلق مركبات فضائية، بما فيها بريطانيا وفرنسا، وكندا، واليابان والصين التي كانت أول من اخترع الصاروخ.

وشملت الاستخدامات الأولى للصاروخ الفضائي ما كان يحلو لتسيولكوفسكي وغودارد (الذي كان قد قرأ في شبابه كتب ويلز وأثارت مخيلته محاضرات برسيفال لويل) تخيله من إرسال محطة مدارية علمية ترصد الأرض من ارتفاع عال، ومسبار فضائي للبحث عن الحياة في كوكب المريخ. ولقد تحقق الآن كلا هذين الحلمين.

تصور نفسك زائراً من كوكب آخر غريب تماما، تقترب من الأرض دون أن تكون لديك أفكار سابقة عنها، وتتحسن رؤيتك للكوكب شيئا فشيئا كلما اقتربت منه وتظهر لك تفاصيل أكثر منه. وتسأل نفسك هل هذا الكوكب مسكون؟

ولكن متى يمكن أن تقرر ذلك؟ إذا كانت هناك كائنات ذكية، فربما تكون قد انشأت بنى هندسية ذات مكونات يسهل تمييز بعضها عن البعض الآخر ضمن بضعة كيلو مترات وبالتالي يمكن كشفها عندما تسمح المنظومات البصرية والمسافة بتمييز التفاصيل حتى درجة وضوح كيلومتر واحد.

ومع ذلك وعلى هذا المستوى من التفاصيل، فإن الأرض تبدو عارية، ولايوجد عندئذ أي مؤشر إلى الحياة سواء كانت أو غيرها في الأماكن التي ندعوها، واشنطن ونيويورك، وبوسطن، وموسكو، ولندن، وباريس، وطوكيو، وبكين. وإذا كانت توجد كائنات عاقلة على الأرض، فانها لم تغير كثيرا المناظر الطبيعية فيها إلى نماذج هندسية نظامية تبلغ درجة وضوحها كيلومترا وحدا.

ولكن عندما نحسن درجة الوضوح عشر مرات ونستطيع رؤية التفاصيل إلى حدود مئة متر فان الوضع يتغير. ويتضح فجأة الكثير من الأماكن على الأرض كاشفة عن أشكال معقدة من مربعات ومستطيلات وخطوط مستقيمة، ودوائر. وتلك هي في الحقيقة الأعمال الهندسية التي تقيمها الكائنات العاقلة كالشوارع وطرق المرور الخارجية والأقنية، والحقول وشوارع المدن، وهي أشكال تكشف عن النزعة الإنسانية المزدوجة إلى هندسة إقليدس والطابع الإقليمي وحسب هذا المقياس يمكن إدراك الحياة العاقلة، أو تمييزها في بوسطن وواشنطن، ونيويوك، وعندما يصل الوضوح إلى حد عشرة أمتار فإن الدرجة التي أعد لها المنظر الطبيعي في البداية تصبح واضحة فعلا.

فقد كان البشر مشغولين جدا. واخذت هذه الصور في ضوء النهار. ولكن في الغسق وأثناء الليل، تصبح أشياء أخرى مرئية كنيران آبار النفط في ليبيا والخليج واضاءة أعماق المياه من قبل أسطول صيد الحبار الياباني، والأضواء المتألقة في المدن الكبرى. وإذا حسَّنا درجة الوضوح في النهار فإننا نستطيع تمييز الأشياء التي يبلغ عرضها مترا واحدا، وعندئذ نبدأ بكشف الكائنات العضوية المنفردة كالحوت، والبقرة، والفلامنكو، والناس.

تكشف الحياة العاقلة على الأرض عن ذاتها لأول مرة من خلال الانتظام الهندسي لمنشآتها. فلو وجدت فعلا شبكة الأقنية التي شاهدها لويل، لكان الاستنتاج هو أن الكائنات الحية تسكن فعلا في المريخ. ولكي تكشف الحياة على المريخ بواسطة التصوير الفوتوغرافي حتى من مدار حوله، فلا بد أن يكون الأحياء فيه قد انجزوا عمليات إعادة بناء رئيسة على سطحه. ويمكن بسهولة رصد الحضارات التقنية وبناة

الأقنية. ولكن إذا استثنينا أحد المعالم المبهمة أو اثنين منها فلا شيء من هذا القبيل يتضح لنا في هذا العدد الكبير من تفاصيل سطح المريخ التي كشف عنها النقاب بوساطة المركبات الفضائية غير المأهولة.

ومهما يكن من أمر فهناك عدد كبير آخر من الاحتمالات تتراوح مابين النباتات والحيوانات الكبيرة والعضويات المتناهية في الصغر والأشكال المنقرضة والكوكب الخالي من الحياة الآن، والذي كان دائما كذلك. وبما أن المريخ هو أبعد من الأرض عن الشمس، فإن درجة حرارته هي أقل بشكل ملحوظ. وهواؤه قليل الكثافة ويتكون معظمه من ثاني أوكسيد الكربون وبعض الأزوت والأرغون، وكميات صغيرة جدا من بخار الماء، والأوكسجين، والأوزون. ويستحيل حاليا وجود ماء مكشوف في المريخ لأن الضغط الجوي فيه منخفض جدا، لدرجة لايمكنه معها منع الماء البارد من الغليان الفوري وربما توجد كميات قليلة جدا من الماء السائل في مسام التربة وأوعيتها الشعرية. أما كمية الأوكسجين فهي أقل جدا من أن تكفي لتنفس الكائنات البشرية.

وكذلك فإن الأوزون متوافر بكميات قليلة، وبالتالي لا يعيق مرور الأشعة فوق البنفسجية المبيدة للجراثيم والقادمة من الشمس والتي تسفع سطح المريخ بحرية كاملة. فهل يمكن لأي كائن عضوي البقاء في مثل هذه البيئة؟.

لكي نختبر هذا السؤال قمت أنا وزملائي، قبل عدة سنوات بتحضير حجرات تماثل بيئة المريخ حسبما كانت معروفة آنذاك، ووضعنا فيها بعض العضويات المتناهية في الصغر، وانتظرنا لنرى ما إذا كان أي منها يستطيع الحياة فيها. أطلق على هذه الحجرات اسم «جرار المريخ» وكانت هذه الجرار تداور الحرارة ضمن تدرجات مريخية بدءا مما يزيد قليلا على درجة تجمد الماء وقت الظهر إلى ٨٠ درجة مئوية تحت الصفر قبل الفجر، وذلك في جو ينقصه الأوكسجين ويتألف بصورة رئيسة من ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) والآزوت (N_2).

ووضعنا أيضا مصابيح الأشعة فوق البنفسجية التي تطلق دفقا شمسيا شديدا.

ولم يوجد في الجرار أي ماء سائل ما عدا طبقة رقيقة تبلل حبات الرمل المنفردة وهكذا فإن بعض الميكروبات تجمدت حتى الموت بعد أول ليلة وكان ذلك آخر عهدها بالحياة. وثمة ميكروبات أخرى ظلت تلهث حتى الموت بسبب نقص الأوكسجين.

ومات البعض الآخر من الظمأ، بينما جف بعض آخر بسبب الضوء فوق البنفسجي. ولكن وجد دائما عدد كبير من الميكروبات الأرضية التي لا تحتاج إلى الأوكسجين والتي كانت تنغلق على نفسها مؤقتا عندما تنخفض درجة الحرارة كثيرا، وتختبىء تحت الحصى أو طبقات الرمل الرقيقة هربا من الأشعة فوق البنفسجية. وفي تجارب أخرى وضعنا فيها كميات صغيرة من الماء كانت الميكروبات تنمو فعلا. فاذا استطاعت الميكروبات الأرضية أن تبقى حية في بيئة المريخ، فلا بد أيضا أن تبقى ميكروبات المريخ حية أن وجدت وبشكل أفضل. ولكن يجب أن نذهب إلى هناك أولا.

ينفذ الاتحاد السوفييتي برنامجا نشيطاً لاكتشاف الكواكب وبوساطة مركبات غير مأهولة وفي كل عام أو اثنين تسمح الأوضاع النسبية للكواكب، وفيزياء كبلر، ونيوتن، باطلاق مركبة فضائية إلى المريخ، أو الزهرة، بحيث يكون استهلاكها للوقود في حده الأدنى.

ومنذ بداية أعوام الستينات لم يضع الاتحاد السوفييتي سوى القليل من هذه الفرص. وعموما فإن المثابرة والمهارات الهندسية السوفييتية أدت إلى نتائج ناجحة. فقد هبطت على الزهرة خمس مركبات فضائية سوفييتية الأرقام من «فينيرا – ٨» إلى «فينيرا – ١٢» وأرسلت كلها معلومات رائعة عن سطح هذا الكوكب، ولم يكن هذا عملا هينا في الجو الحار والكثيف والعدائي لكوكب الزهرة. ومع ذلك وبالرغم من عدة محاولات، فان الاتحاد السوفييتي لم يستطع أن يحقق هبوطا ناجحا على المريخ، علما ان هذا المكان يبدو ـ وإن للوهلة الأولى على الأقل ـ أكثر ملاءمة، حيث تسود فيه درجات باردة إلى حد ما، وجو رقيق وغازات أقل سمية، وقطبان متجمدان في ذروتها، وسماء حمراء وردية صافية، وكثبان رملية كبيرة، وقيعان أنهار قديمة، ووديان

ومع ذلك وعلى هذا المستوى من التفاصيل، فإن الأرض تبدو عارية، ولايوجد عندئذ أي مؤشر إلى الحياة سواء كانت أو غيرها في الأماكن التي ندعوها، واشنطن ونيويورك، وبوسطن، وموسكو، ولندن، وباريس، وطوكيو، وبكين. وإذا كانت توجد كائنات عاقلة على الأرض، فانها لم تغير كثيرا المناظر الطبيعية فيها إلى نماذج هندسية نظامية تبلغ درجة وضوحها كيلومترا وحدا.

ولكن عندما نحسن درجة الوضوح عشر مرات ونستطيع رؤية التفاصيل إلى حدود مئة متر فان الوضع يتغير. ويتضح فجأة الكثير من الأماكن على الأرض كاشفة عن أشكال معقدة من مربعات ومستطيلات وخطوط مستقيمة، ودوائر. وتلك هي في الحقيقة الأعمال الهندسية التي تقيمها الكائنات العاقلة كالشوارع وطرق المرور الخارجية والأقنية، والحقول وشوارع المدن، وهي أشكال تكشف عن النزعة الإنسانية المزدوجة إلى هندسة إقليدس والطابع الإقليمي وحسب هذا المقياس يمكن إدراك الحياة العاقلة، أو تمييزها في بوسطن وواشنطن، ونيويوك، وعندما يصل الوضوح إلى حد عشرة أمتار فإن الدرجة التي أعد لها المنظر الطبيعي في البداية تصبح واضحة فعلا.

فقد كان البشر مشغولين جدا. واخذت هذه الصور في ضوء النهار. ولكن في الغسق وأثناء الليل، تصبح أشياء أخرى مرئية كنيران آبار النفط في ليبيا والخليج واضاءة أعماق المياه من قبل أسطول صيد الحبار الياباني، والأضواء المتألقة في المدن الكبرى. وإذا حسَّنا درجة الوضوح في النهار فإننا نستطيع تمييز الأشياء التي يبلغ عرضها مترا واحدا، وعندئذ نبدأ بكشف الكائنات العضوية المنفردة كالحوت، والبقرة، والفلامنكو، والناس.

تكشف الحياة العاقلة على الأرض عن ذاتها لأول مرة من خلال الانتظام الهندسي لمنشآتها. فلو وجدت فعلا شبكة الأقنية التي شاهدها لويل، لكان الاستنتاج هو أن الكائنات الحية تسكن فعلا في المريخ. ولكي تكشف الحياة على المريخ بواسطة التصوير الفوتوغرافي حتى من مدار حوله، فلا بد أن يكون الأحياء فيه قد انجزوا عمليات إعادة بناء رئيسة على سطحه. ويمكن بسهولة رصد الحضارات التقنية وبناة

وربما قفزت «مارس - ٣» بعد الهبوط عدة مرات واصطدمت بجلمود ما أو بأي جسم آخر موجود على السطح، وانقلبت وفقدت الاتصال اللاسلكي بـ «الناقلة» الحاملة لها، وفشلت في اداء مهمتها.

ولكن لماذا دخلت «مارس - ٣» في وسط عاصفة غبارية كبيرة؟ ربما يعود ذلك الا أنها خططت بصرامة قبل اطلاقها. وأدخلت كل خطوة كان عليها أن تنفذها في كمبيوتر موجود على متنها قبل أن تغادر الأرض.

ولم تكن هناك أي فرصة لتغيير برنامج الكمبيوتر، حتى عندما أصبح حجم العاصفة الغبارية الكبيرة التي هبت في عام ١٩٧١ واضحا تماما وحسب التعبير الدارج في الاستكشافات الفضائية لم تكن «مارس - ٣» مبرمجة. في شكل متكيف مع المتغيرات. ولكن اخفاق «مارس -٦» أكثر غموضا فلم تكن هناك عاصفة على مستوى الكوكب عندما دخلت هذه المركبة جو المريخ، ولا يوجد أي سبب للشك في أن عاصفة محلية يمكن أن تكون هبت كما يحدث غالبا في موقع الهبوط. وربما حدث عطل هندسي في لحظة ملامسة المركبة سطح المريخ، أو ربما وجد شيء ما خطر في هذا السطح.

سبب لنا اجتماع النجاحات السوفييتية في الهبوط على كوكب الزهرة، والفشل السوفييتي في الهبوط على كوكب المريخ بعض القلق إزاء مهمة الفايكينغ الأميركية التي حدد لها بشكل غير رسمي أن تنزل إحدى مركبتيها في هبوط ناعم على سطح المريخ في الذكرى المئتين لاستقلال الولايات المتحدة في ٤ تموز (يوليو) من عام ١٩٧٦. وعلى غرار المركبات السوفييتية المماثلة السابقة فقد تألفت أجهزة مناورة الهبوط لمركبة فايكينغ الأميركية من درع وقاية ومظلة وصواريخ ارتكاسية كابحة. وبما ان جو المريخ هو أقل كثافة من جو الأرض بمئة مرة فقد استخدمت مظلة كبيرة جدا. يبلغ قطرها ١٨ متراً لإبطاء المركبة عندما دخلت جو المريخ الرقيق.

وجو المريخ هو من الرقة لدرجة لوهبطت معها الفايكينغ في مكان عال، لما وجد هواء في الجو كاف لكبح نزولها، وبالتالي كانت ستتحطم.

كان لابـد إذن من هبوطهـا في منطقـة قليلـة الارتـفاع . وكنا نعـرف عددا كبيرا من هـذه المناطـق في ضـوء نتائـج «مارينـر - ٩» والدراسـات الرا دارية المنفـذة من الأرض .

ولتجنب المصير المحتمل لمركبـة «مـارس -٣» فقـد أردنـا أن تهبط الفـايكينغ في مكان وزمان تكون الرياح فيها ضعيفة . فـالرياح التي ستجعل مركبة الهبوط تتحطم لابد أن تكون قوية بما يكفي لرفع الغبار من السطح .

وإذا استطعنـا التأكد من أن مـوقع الهبوط المختـار ليس مغطى بـالغبار النـاعم المنجرف من هبوب الرياح فستكون لدينـا على الأقل فرصة جيدة في ألا تكون الرياح قوية إلى الحد الذي يؤدي إلى تحطم المركبة .

كان ذلك أحـد الأسباب التي جعلتنا نـرسل مع كل مركبة هبـوط من «فايكينغ» مـركبتها المداريـة وتأخير عملية الهبـوط حتى يتم استطلاع مـوقع الهبوط . واكتشفنـا ايضا بوسـاطة «مارينر - ٩» حدوث تغيرات متميزة في النماذج الـلامعة والمعتمة على سطح المريخ خلال فترة هبوب الرياح العالية .

وما كنا سنعتبر موقع الهبوط مأمونا إذا أظهـرت الصور الفوتوغرافية المدارية وجود مثل هذه التغيرات . ولكنـا لم نكن قادرين على أن نضمن ذلك بنسبـة مئوية بـالمئة . كان بإمكـاننا على سبيل المثال تصور وجود مـوقع تكون فيه الريـاح من القوة بحيث تذرو جميع الغبار المتحـرك . وبالتالي فلن يكون لـدينا دليل على وجود الريـاح القوية بالرغم من وجودها فعلا .

وكانت تنبؤات الأحوال الجوية عن المريخ أقل وثوقية إلى حد كبير مما هي عليه في الأرض . وفي الواقـع فإن أحد الاعتراضات الكثيرة على مهمـة الفايكينغ كـان يكمن في تحسين فهمنا للطقس في كلا الكوكبين : الأرض والمريخ .

ولأسباب تتعلق بـالتقييدات على الاتصالات ، ودرجـة الحرارة ، لم يكن ممكنا أن تهبط الفايكينغ في الأمـاكن المرتفعة من المريخ . وفي أي نقطة تبعـد عن القطب أكثر من نحـو ٤٥ أو ٥٠ درجـة في كلا نصفي كـرة المريخ ، نجـد أن وقت الاتصـالات

المجـدي بين المركبة الفضـائية والأرض، أو الفترة التي يمكن لهذه المركبـة أن تتجنب خلالها درجات الحرارة المنخفضة الخطرة يكونان قصيرين إلى حد كبير.

ولم نرغب في الهبـوط بها في مكان قاس، لأن المركبة قد تقفـز فيه وتتحطم أو على الأقل يمكن أن يحشر الـذراع الميكانيكي المعـد لأخذ العينـا ت من التربة المريخيـة في مكـان مـا من المركبـة أو يظل متأرجحا على ارتفـاع متر واحـد فـوق السطح دون أن يتمكن من أخذ العينات. وفي المقـابل، لم نكن نريد أن يكون الهبـوط في مكان ناعم جدا. فإذا غـرقت المساند الثـلاثة للمركبـة في التربة الناعمـة إلى عمق كبير، فسوف تترتب على ذلك نتـائج كثيرة غير مـرغوب فيهـا، بما فيهـا عطل الـذراع المعد لأخـذ العينات. ولكننـا لم نرد أيضـا الهبوط في مكـان صلب جدا. فلـو هبطت المركبة على سبيل المثال في حقل بـركاني متصلب، ولا تـوجد فيه مـادة ناعمة لما استطـاع الذراع الميكانيكي ان يجمع العينـات ذات الأهمية الحيوية للتجـارب الكيميائية والبيولـوجية المراد إجراؤها.

أظهرت أفضل الصـور الفوتوغـرافية المتوافـرة لدينـا آنذاك والتي كنا قـد حصلنا عليها بـوساطة المركبـة المدارية «مارينـر ـ ٩» تفاصيل لا يقل عـرضها عن ٩٠ مترا، وحسنت المركبة المدارية «فايكينغ» هذا الوضع قليلا.

فالجلمود الذي يبلغ حجمه مترا واحدا لم يكـن يرى نهائيا في هذه الصورة، وكان من الممكن أن يؤدي إلى كوارث لمركبة الهبوط. وفي المقابل فإن التراب الناعم والعميق لم يكن قابلا للكشف بوسـاطة الصور الفوتوغرافيـة. ولحسن الحظ كانت هناك تقنية مكنتنـا أن نقرر قسـاوة أو نعومـة الموقع المرشح للهبوط. وهـذه التقنية هي الـرادار. فالمكـان القاسي جدا يمكن أن يبعثـر شعاع الرادار القـادم من الأرض نحو الجوانب وبـالتالي يبـدو ذا قدرة ضعيفـة على جعل هذا الشعـاع ينعكس مرتـدا إلى الأرض أو يكون معتما راداريا. أمـا المكان الناعم جدا، فسوف يبدو هـو الآخر ضعيف القدرة الانعكـاسية بسبب الفـواصل بين حبـات الـرمل. ومادمنـا لا نستطيع التمييـز بين الأماكن القاسية والنـاعمة، فإننا لانحتاج إلى هذا التمييز في انتقـاء موقع الهبوط فقد عرفنا أن كلا المكانين خطر.

واشارت الاستطـلاعات الراداريـة الأولية إلى أن ربع أو ثلث سطح المريخ يمكن أن يكون معتما راداريا، وبالتالي خطر على مركبة «فايكينغ» ولكن الرادار الموجود على سطح الأرض لا يستطيع ان يكشف المريخ كلـه، ويقتصر هـذا الكشف على شريط بين خط العرض ٢٥ شمال خط الأستواء وخط العرض ٢٥ جنوبه.

ولم تكن مركبة الفايكينغ مجهزة بمنظومة رادارية خاصة بها لكي تكشف بوساطتها خريطة المريخ.

كانت هناك صعـوبات كثيرة، وربما كنا نخاف كثيرا جـدا. فموقع الهبوط يجب إلا يكون عاليا جـدا أو معرضا لرياح قوية، أو صلبا جـداً، أو ناعماً جداً، أو بعيدا جدا عن القطب، أو قريبا منه.

وقـد لوحظ أنـه لم تكن هنـاك أماكن على المريخ تلبـي كل مقاييس الأمـان التي وضعناها، ولكن كان مـن الواضح أيضا أن بحثنا عن أماكن مأمونـة قادنا إلى انتقاء أماكن هبوط تتسم غالبا بكونها باهتة يعوزها البريق والنشاط.

وعنـدما أدخلت كل من مـركبتي «فايكينغ» المداريـة والخاصة بـالهبوط في مـدار المريخ، فقد التزم بالهبوط على خط عرض معين في هذا الكوكب. وهكذا، اذا كانت النقطـة المنخفضـة من المدار في خط ٢١ إلى شمال خط الاستـواء، فإن القسم الهابط سوف يلامس هذا الخط، وإن كان انتظار دوران الكوكب تحت هذا القسم يجعل من الممكن أن يكون الهبوط في أى خط طـول مرغوبا فيه. وبذلك اختـارت فرق فايكينغ العلمية خطـوط عرض معينـة للهبوط فيهـا أكثر من مـوقع واحد مـلائم. ووجهت «فايكينغ - ١» إلى خط العـرض ٢١ شمال خط الاستواء وكـان الموقع الرئيس المرشح للهبوط هو المنطقة المسماة كريس (Chryse) (وهي كلمة يونانية تعني أرض الذهـب) قرب نقطة تـلاقي أربع اقنية متعرجة اعتقـد أنها كانت قد حفرت في العصـور الغابرة من تاريخ المريخ بوساطة الماء الجاري.

وبدا أن موقع كريس يلبي كل متطلبات الأمن. ولكن المراقبة الرادارية نفذت في مكان قريب من هذا الموقع وليس فيه بالـذات. وكانت المراقبة الرادارية لموقع كريس

جرت لأول مرة قبل أسابيع قليلة من التاريخ المحدد مبدئيا للهبوط، وذلك لأسباب تتعلق بعدم ملاءمة وضع الأرض والمريخ لإجراء هذه المراقبة في وقت آخر.

وكان خط العرض المرشح لهبوط «فايكينغ ـ ٢» هو الخط ٤٤ شمال خط الاستواء، والموقع الرئيس وهو مكان يعرف بـ«سيدونيا» Cydonia قد اختير لأنه كان ثمة احتمال كبير، حسب بعض المناقشات النظرية، لوجود كميات قليلة من الماء فيه على الأقل في وقت ما من السنة المريخية. وبما أن التجارب البيولوجية في الفايكينغ كانت موجهة على نحو رئيس الى العضويات التي يلائمها الماء السائل. فقد رأى بعض العلماء ان احتمال الكشف عن وجود حياة بوساطة «فايكينغ» سوف يزداد بشكل ملموس في «سيدونيا». وفي المقابل كان الجدل ينتهي إلى أن وجود عضويات مجهرية في كوكب مثل المريخ تسوده الرياح الدائمة يعني وجوده في كل مكان فيه. وبدا أن هناك ميزات ايجابية لكلا هذين الموقعين وبالتالي كان يصعب الاختيار بينهما. ولكن الأمر الذي كان واضحا تماما هو أن خط العرض ٤٤ شمال خط الاستواء لم يكن قابلا للاختبار الراداري المنفذ في الموقع، وكان علينا بالتالي ان نقبل المجازفة باحتمال فشل «فايكينغ - ٢» اذا هبطت في هذا الخط الشمالي العالي. وكان يقال أحيانا إننا نستطيع إذا هبطت «فايكينغ - ١» وعملت جيدا قبول المجازفة بـ «فايكينغ -٢».

ووجدت نفسي أقدم توصيات محافظة جدا «بشأن مصير مهمة تتكلف مليار دولار. استطعت أن اتصور على سبيل المثال حدوث عطل فني رئيس في موقع «كريس» مباشرة بعد هبوط غير موفق «سيدونيا»، وبغية تحسين خيارات «فايكينغ» جرى انتقاء مواقع هبوط إضافية، مختلفة جغرافيا تماما عن «كريس» و«سيدونيا» في المنطقة القابلة للاختبار الراداري قرب خط العرض ٤ جنوب خط الاستواء.

ولم يتخذ قرار بشأن ما اذا كانت «فايكينغ - ٢» ستهبط في خط عرض عال أو منخفض حتى الدقيقة الأخيرة عندما انتقي مكان يحمل الاسم المشجع «يوتوبيا» Utopia على خط العرض نفسه.

فيما يخص «فايكينغ - ١» بدا موقع الهبوط الأساسي خطرا لدرجة غير مقبولة وذلك بعد ان دققنا الصور التي أخذتها المركبة وآخر معطيات الرادار الأرضي. وانتابني قلق، لفترة ما من انني حكمت على «فايكينغ - ١» بمصير «الهولندي الطائر» بالتحليق في سماء المريخ إلى الأبد، دون أن تجد الأمان لكننا في نهاية المطاف وجدنا موقعا ملائما. وفي منطقة كريس ذاتها وأن كان بعيدا عن منطقة تلاقي الاقنية الأربع القديمة. ومنعنا هذا التأخير من الهبوط في ٤ تموز (يوليو) من عام ١٩٧٦ الا انه كان هناك اتفاق عام على أن هبوطا مهشما في ذاك التاريخ كان يمكن أن يكون هدية غير مرضية للولايات المتحدة في الذكرى المئتين لاستقلالها. وهكذا غادرنا المدار ودخلنا جو المريخ بعد ١٦ يوما من الموعد المحدد.

وبعد تلك الرحلة الطويلة بين الكواكب التي استغرقت سنة ونصف السنة، وقطع مسافة مئة مليون كيلومتر على امتداد الطريق حول الشمس، أدخل كل تركيب يضم المركبتين الفضائيتين، الخاص بالهبوط والمدارية في مداره الملائم حول المريخ ومسحت المركبتان المداريتان المواقع المرشحة للهبوط، فيما دخلت مركبتا الهبوط اللتان تتحركان بالراديو إلى جو المريخ ووجهنا بشكل صحيح درعي الوقاية، ناشرين مظلتيهما وكاشفين اغطيتهما، ومطلقين الصواريخ الارتكاسية ذات قوة الدفع العكسية.

وفي موقعي كريس ويوتوبيا، حطت مركبتان فضائيتان لأول مرة في تاريخ البشر برفق وأمان على سطح الكوكب الأحمر.

يعود نجاح هذين الهبوطين في جزء كبير منه إلى المهارة الكبيرة التي استخدمت في تصميم المركبتين وصنعهما واختبارهما، وإلى قدرات القائمين بالسيطرة على المركبة الفضائية ولكن لابد من القول إنه كان تنفيذ هذه المهمة التي استهدفت كوكبا على هذه الدرجة من الخطر والغموض عنصرا من الحظ على الأقل.

ومع وصول أولى الصور بعد الهبوط مباشرة عرفنا أننا أخترنا أماكن بليدة ولكننا لم نفقد الأمل. وكانت أول الصور التي التقطتها مركبة الهبوط «فايكينغ - ١» مأخوذة

لأقدامها فقد أردنا في حال غرقها في رمال المريخ أن نعرف شيئا عنه قبل اختفائها . .
وظهرت الصورة خطا بعد خط حتى رأينا ونحن نشعر بارتياح لا حدود له أقدام المركبة تقف شامخة وصامدة على سطح المريخ . وسرعان ماتوالت الصور الأخرى المرسلة بالراديو واحدة بعد الأخرى إلى الأرض .

أذكر كيف تسمرت أمام أول صورة ارسلتها المركبة الهابطة لأفق المريخ . وفكرت أن هذا العالم ليس غريبا عني . فأنا أعرف اماكن مشابهة له في كولورادو، واريزونا ونيفادا .

كانت هناك صخور وجروف رملية وهضاب بعيدة في مثل طبيعية وبراءة اي منظر طبيعي على الأرض .

كان المريخ «مكانا» . وكنت سأفاجأ طبعا لو رأيت أحد المنقبين عن الذهب يخرج من وراء أحد الكثبان الرملية وهو يقود بغله، ولكن الفكرة بدت لي في الوقت ذاته ملائمة . ولم يطرأ على ذهني مثل هذا اطلاقا خلال جميع الساعات التي قضيتها وأنا أنعم النظر في الصور التي ارسلتها المركبتان الفضائيتان «فينيرا - ٩» و«فينيرا - ١٠» لسطح الزهرة وعرفت أن المريخ عالم سنعود إليه بشكل أو بآخر.

كان المنظر الطبيعي صارخا وأحمر ومحببا : الجلاميد المتناثرة تشكل حفرة كبيرة في مكان ما من الأفق، والكثبان الرملية الصغيرة، والصخور التي تتغطى وتتعرى باستمرار بالتراب الزاحف، ورياش المواد الناعمة المطحونة التي تعصف بها الرياح . من أين جاءت هذه الصخور؟ وكم من الرمال حملتها الرياح؟

وما كان عليه التاريخ الغابر للمريخ الذي خلق هذه الصخور المقطعة والجلاميد المطمورة والاخاديد المضلعة في السطح؟ وماهي المواد التي تتألف منها هذه الصخور؟ هل هي المواد ذاتها الموجودة في الرمل؟ ولماذا تصطبغ سماء المريخ باللون الوردي؟ ومم يتركب الهواء فيه؟ وماهي سرعة رياحه؟ وهل هناك هزات مريخية؟ وكيف يتغير الضغط الجوي وتتبدل المناظر الطبيعية حسب الفصول؟

قدمت «فايكينغ» جوابا حاسما أو مقبولا على الأقل لكل من هذه الأسئلة . وكان

ما كشف عنه كوكب المريخ لبعثة «فايكينغ» ذا أهمية كبيرة جدا، خصوصا اذا تذكرنا أن انتقاء مواقع الهبوط تم بشكل سيىء.

ولكن آلات التصوير لم تكشف أي مؤشر الى وجود بناة الاقنية، أو العربات الهوائية، والسيوف القصيرة التي تحدثت عنها قصص (برسوم) أو الأميرات أو الرجال المحاربين، أو الحيوانات الأسطورية، أو آثار الأقدام، ولا حتى نبات صبار، أو جرذ الكنغارو. فعلى امتداد البصر لم يكن هناك أي مؤشر إلى الحياة[٣] ربما توجد أشكال كبيرة للحياة في المريخ، ولكن ليس في موقعي الهبوط اللذين اخترناهما وربما كان هناك أشكال أصغر للحياة في كل صخرة وحبة رمل.

ففي أغلب فترات التاريخ، كانت مناطق الأرض غير المغطاة بالماء تشبه ماهو عليه المريخ الآن، بجوه المشبع بثاني أوكسيد الكربون والضوء فوق البنفسجي الذي يشع بقسوة على السطح عبر جو خال من الأوزون.

أما النباتات والحيوانات الكبيرة فلم تستعمر الأرض الا في العشرة بالمئة الأخيرة من تاريخ الأرض. ومع ذلك فقد كان هناك كائنات عضوية مجهرية خلال فترة ثلاثة مليارات سنة في كل مكان من الأرض. ولكي نفتش عن الحياة على المريخ يجب علينا ان نفتش عن الميكروبات.

تمتد مركبة الهبوط «فايكينغ» بالقدرات البشرية إلى مناظر طبيعية أخرى غريبة عن الأرض والمركبة حسب بعض المقاييس في ذكاء الجندب وحسب مقاييس أخرى، في ذكاء الجرثوم. ولا يوجد أي شيء مهين في هذه المقارنات.

فقد احتاجت الطبيعة الى مئات ملايين السنين لكي تطور الجرثوم واحتاجت الى مليارات السنين لكي تطور الجندب، أما نحن، فإننا نصبح مهرة في هذا المجال اذا

(٣) حدث اضطراب قصير الأمد عندما ظهر حرف B وافترض أنه مكتوب على أحد الأحجار الصغيرة الملساء في «كريس». لكن التحليل أظهر فيما بعد أن ذلك كان خدعة اشترك فيها الضوء والظل والموهبة البشرية في التعرف على النماذج. وبدا أمراً مدهشاً أن يكون المريخيون قد عثروا بشكل مستقل على الأبجدية اللاتينية. ولكن كان هناك مجرد لحظة عابرة قفز فيها إلى ذهني الصدى البعيد لكلمة تبدأ بالحرف (B) ويعود تاريخها إلى أيام طفولتي، وهي قصص Barsoom.

أخذنا بالاعتبار ما نملكه من خبرة قليلـة في هذا النوع من العمل. فمركبة «فايكينغ» لها عينان مثلنا ولكنها تستطيع أيضا رؤية الأشعة تحت الحمراء، وهو أمر لا نستطيعه نحن، ولها ذراع تستطيع أن تدفع الصخور وتحفر وتأخذ عينـات التربة وفيها نوع ما من الأصـابع التي تمكنهـا من قيـاس سرعـة الريـح واتجاهها، بـالإضـافـة إلى أنف وحليات للتـذوق من النـوع الـذي يمكنهـا من الإحسـاس، بـدقـة أكبر بكثير مما نستطيع، بوجود آثار الجزيئات، ولها أيضا إذن داخلية يمكنها أن تكشف بوساطتها صـوت الهزات المريخية وتمييـز الهزهزات الأنعم التي يحدثهـا اصطدام الـريح بمركبـة الفضاء وفيهـا وسائل لكشف الجراثيم. وللمركبـة مصدر طاقة اشعـاعي خاص بها لتوليد الطاقـة الكهربائية. وهي ترسل بالراديـو جميع المعلومات العلمية التي تحصل عليهـا إلى كوكب الأرض وتتلقى التعليمات من الأرض وتتيح بـذلك لنا تقييم نتـائج مـركبة «فـايكنغ» والطلب منها أن تفعل شيئـا ما جـديدا. ولكن مـا الطريقـة المثلى للبحث عن الجراثيـم في المريخ في ظل التقييـدات القـاسيـة في الحجم والكلفـة ومتطلبات الطاقة؟

فنحن لا يمكننا الآن على الأقل أن نرسل علماء بيولـوجيين إليه. وكان لي صديق وهو عـالم ممتاز في علـم الأحياء الدقيقـة، اسمه وولف فيشنيـاك، يعمل في جـامعة روتشستر Rochester في نيويورك. وفي نهاية أعوام الخمسينيات عندما كنا قد بدأنا نفكر بشكل جـدي في التفتيش عن الحياة على المريخ، وجـد نفسه في اجتماع علمي عبر فيه أحد الفلكيين عن دهشته لأنه لا يوجد لـدى علماء البيولوجيا أداة اتوماتيكية بسيطة وموثوقة يمكنها أن تفتش عن الكائنات العضوية المجهرية.

قـرر فيشنيـاك أن يفعل شيئـا مـا بشـأن ذلك وطـور أداة صغيرة لكي تـرسل إلى الكواكب دعاها أصدقـاؤه «فخ وولف». ويمكن هذه الأداة حمل قارورة حاوية على مادة غـذائية عضـوية إلى المريخ والعمل على مـزجها هنـاك مع عينة من تـربة المريخ ومـراقبة التعكـر المتغير أو تغيم السائل عنـدما تنمـو الجراثيم المريخية (إن وجـدت) ونموها (في حال حدوث ذلك).

وانتقى «فخ وولف» مع ثلاث تجارب جرثومية أخرى للإرسال على متن مركبات «فايكينغ». تضمنت هذه التجارب الثلاث إرسال مواد غذائية إلى المريخيين. ويتوقف نجاح «فخ وولف» على ان جراثيم المريخ تحب الماء السائل. وكان هناك من فكر أن فيشنياك سوف يعمل فقط على إغراق صغار المريخيين. ولكن الميزة الإيجابية لفخ وولف هي أنـه لم يضع أي متطلبات على ما يجب أن تفعله جراثيم المريخ بطعامها. كان عليها أن تنمو فحسب. أما التجارب الأخرى فقد وضعت تقديرات معينة للغازات التي ستطرح أو تؤخذ من قبل الجراثيم، وهي تقديرات تخمينية في كل حال.

تخضع وكالة الفضاء والطيران الأميركية «ناسا» التي تنفذ البرنامج الفضائي الأميركي لتخفيضات متكررة وغير متوقعة في ميزانيتها. ونادرا ما يحدث العكس. فالنشاطات العلمية للوكالة لا تلقي سوى دعم قليل الفعالية من الحكومة وغالبا ما يكون العلم كبش الفداء عندما تدعو الحاجة إلى سحب مبالغ مالية من موازنة «ناسا».

ففي عام ١٩٧١ قرر الغاء إحدى التجارب البيولوجية الأربع ووقع الخيار على «فخ وولف» الأمر الذي خيب أمل فيشنياك الذي كان قد عمل ١٢ سنة في تطويره.

ولو حدث ذلك لأي شخص آخر لترك العمل في فريق «فايكينغ» البيولوجي. لكن فيشنياك كان دمث الأخلاق، مكرسا نفسه لخدمة العلم. فقرر انه يستطيع ان يستعيض عن ذلك ويخدم موضوع البحث عن الحياة في المريخ بأن يسافر إلى بيئة أرضية تكون شبيهة إلى اقصى حد ببيئة المريخ وهي الوديان الجافة في قارة القطب الجنوبي.

كان الباحثون السابقون قد فحصوا تربة القارة القطبية وقرروا ان الجراثيم القليلة التي وجدوها هناك لم تكن قد ولدت فيها فعلا بل حملتها الرياح إليها من بيئات أخرى أكثر اعتدالا. واعتقد فيشنياك، وهو يسترجع في ذهنه تجارب «جرار المريخ» أن الحياة عنيدة وأن القارة القطبية ملائمة تماما للاحياء الدقيقة.

واذا كـانت جـراثيم الأرض تستطيـع العيش في المريخ فلماذا لا تستطيع أن تفعل ذلك في القارة القطبية، التي هي أكثر دفئا ورطوبة، وفيها أوكسجين بكميات أكبر، كما أنها تتعـرض لكمية أقـل من الضوء فـوق البنفسجي. والعكس صحيح أيضـا، فوجود الحياة في وديـان القارة القطبية الجافة سوف يزيـد، حسبما فكر فيشنياك، من احتمالات وجودها في المريخ. واعتقد هذا العـالم أيضا أن أساليب وتقنيات التجارب التي استخدمت سابقا في الكشف عن الجراثيم غير المحلية في القطب الجنوبي كانت خاطئة. فالمواد الغـذائية التي تلائم البيئة المريحة للمخابر البيـولوجية في الجامعات، ليست معدة لتلك الأراضي القطبية الجافة.

وهكـذا في تشرين الثـاني (نـوفمبر) من عـام ١٩٧٣، استقل فيشنيـاك، وزميل جيولوجي قـديم له طائرة عمودية حملـت ايضا معدات جديدة خـاصة بعلم الأحياء الـدقيقة من محطـة ماكمـوردو إلى منطقة قـريبة من جبل بـالدر، وهي واد جـاف في سلسلة أسغارد الجبلية.

كانـت مهمته هي زرع محطـات صغيرة للأحيـاء المجهرية في تـربة قـادة القطب الجنوبي والعودة بعد شهر تقريبا لاستردادها. وفي ١٠ كانون الأول (ديسمبر) من عام ١٩٧٣ ذهب لجمع العينات من جبل بالـدر، وقد صور ذهابه هذا من مسـافة ثلاثة كيلو مترات تقريبا. وكانت تلك آخر مرة يرى فيها حيا.

فبعد ١٨ ساعة اكتشفت جثته في قاع جـرف جليدي. كان قد جال في منطقة لم تستطلع سـابقا، ولابـد انه تزحلـق على الجليد، فسقط، وتـدحرج إلى مسـافة ١٥٠ مترا. وربما جذب شيء مـا نظره، كمستـوطنة جـراثيم يحتمل وجـودها في مكـان ما هناك، أو ربما بقعـة ما خضراء خالية من أي كـائن حي، ولكننا لن نعرف ابـدا ماذا حدث له.

وكان آخـر ما كتبـه في دفتر الملاحظات الأسمـر الصغير الذي كـان يحمله هـو مـايلي: استعيـدت المحطـة ٢٠٢ - ١٠ كانـون الأول (ديسمبر) ١٩٧٣، السـاعـة ٢٢٣٠، درجـة حرارة التربـة: - ١٠ درجات، درجـة حرارة الهواء: - ١٦ درجـة.

كانت تلك هي درجة الحرارة الصيفية النموذجية لكوكب المريخ.

لاتـزال عدة محطـات أحيـاء مجهريـة لفيشنيـاك موجـودة في القـارة القطبية وقـد فحصت العينـات التي استعيـدت من قبـل اصـدقـائه وزمـلائه المحترفين، الـذين استخدموا في ذلك طرائقـه ذاتها. وتبين ان مجموعة كبيرة من مختلف الجراثيم والتي لم يكن ممكنا كشفهـا بالتقنيـات التقليديـة، كانت مـوجودة فعلا في كل مـوقع خضع للفحص. واكتشفت أيضا أرملتـه هيلين سيمبون فيشنياك في العينـات التي وضعها نـوعا جـديدا من الخمائر لم يسبق لـه قط أن عرف خـارج القارة القطبيـة. وفحصت الأحجار الكبيرة التي جاءت بها البعثة من القطب الجنوبي من قبل ايمري فريدمان، فتبين وجود أحياء دقيقـة مذهلة حيث كانت الطحـالب قد خلقت مستعمرة لها على عمق ملليمترين داخل الصخور، مجتذبة كميـات صغيرة من الماء المتجمد ومحولة اياه الى سائل. وجـود مثل هذا المكـان في المريخ كان يمكن أن يكـون أكثر إثـارة لأنه في حين يستطيع الضوء المرئي الضروري لعمليـة التركيب الضوئي النفـوذ إلى هذا العمق فإن الضوء فوق البنفسجي سيكون أضعف جزئيا على الأقل.

نظراً لأن تصميم البعثات الفضـائية يقر قبل عدة سنـوات من إطلاق المركبات، وبسبب مـوت فيشنيـاك، فإن نتـائج تجاربه في القـارة القطبيـة، لم تترك بصماتها على تصميم «فايكينغ» المعـدة للبحث عن الحياة في المريخ وعمومـا، فإن تجارب الأحياء المجهريـة لم تكن تنفذ في درجـات الحرارة المنخفضة للمـريخ، ولم توفـر لأغلبها فترة حضانة طـويلة. وقد استقر رأي الجميع على افتراضات قويـة بشأن مايجب أن تكون عليه عمليـات الاستقلاب (الايـض) المريخية Metabolism. ولم يكن هنـاك مجال للبحث عن الحياة داخل الصخور.

وكانت كل مركبـة هبوط الفايكينغ مجهزة بذراع خـاص لأخذ العينات من سطح المريخ ونقلها ببطء إلى داخلهـا وذلك بنقل الجزيئات على أوعية صغيرة تشبـه القطار الكهـربائي، تـوزعها على خمس تجارب مختلفـة، تتم أحـداها في مجال الكيميـاء غير العضويـة للتربة، والثانية في البحث عـن جزئيات عضويـة في الرمل والتراب، بينما يجري البحث عن الحياة الجرثومية في التجارب الثلاث الأخرى.

وعندما نبحث عن الحياة في كوكب ما، فإننا نضع افتراضات معينة. ونحاول قدر الإمكان، ألا نفترض أن الحياة في أماكن أخرى مماثلة تماما للحياة هنا على الأرض. ولكن توجد حدود لما نستطيع فعله.

فنحن نعرف جميع التفاصيل عن الحياة هنا فقط، بينما التجارب البيولوجية التي تنفذها «فايكينغ أو جهد ريادي، وهي بالكاد تمثل البحث الحاسم عن الحياة في المريخ وهكذا كانت النتائج مضنية، ومزعجة، واستفزازية ومحفزة، وناهيك عن كونها حتى وقت قريب على الأقل غير حاسمة.

كانت كل واحدة من التجارب الثلاث في الأحياء المجهرية تطرح نوعا مختلفا من الأسئلة ولكنها كلها تتعلق بعملية الاستقلاب المريخية فلو وجدت عضويات مجهرية في تربة المريخ، فلابد لها أن تأخذ المادة الغذائية وتطرح الغازات، أو يجب عليها أخذ الغازات من الجو، وتحويلها، ربما بوساطة ضوء الشمس، إلى مواد مفيدة.

وهكذا فنحن نأتي بالطعام إلى المريخ ونأمل أن يجده المريخيون، اذا وجدوا، طيب المذاق. ثم نرى إذا كانت أي غازات جديدة هامة تخرج من التربة، أو نقدم غازاتنا ذات الطابع الإشعاعي، ونرى ما إذا كانت ستتحول إلى مادة عضوية، ونحاول من خلال كل ذلك أن نستدل على وجود كائنات مريخية صغيرة.

وحسب المقياس المحدد قبل الإطلاق، يبدو أن اثنتين من تجارب الأحياء المجهرية الثلاث المنفذة بوساطة «فايكينغ» أعطت نتائج إيجابية. فمن ناحية أولى، نجد أنه عندما مزجت تربة المريخ بحساء عضوي معقم من الأرض، حطم شيء ما في التربة الحساء كيميائيا، كما لو أنه وجدت جراثيم تتنفس وتستقلب رزمة الطعام المرسلة من الأرض.

ومن ناحية ثانية، فعندما أدخلت الغازات التي جيء بها من الأرض إلى العينة المأخوذة من تربة المريخ، اتحدت هذه الغازات كيميائيا بالتربة، كما لو وجدت جراثيم تقوم بعملية التركيب الضوئي، وتولد مادة عضوية من غازات الجو.

وتحققت نتائج ايجابية في علم الأحياء المجهرية المريخية في سبع عينات مختلفة في

مكانين على المريخ يبعد أحدهما عن الآخر مسافة ٥٠٠٠ كيلومتر.

ولكن الـوضع يتسم بالتعقيـد، وربما كان مقيـاس نجاح التجـارب غير كاف. وكانت قد بذلت جهود كبيرة جدا، في وضع تجارب الأحياء المجهرية في «فايكينغ»، واختبارها على مجموعة متنوعة من الجراثيم. ولكن لم يبذل سوى جهد قليل في معايرة هذه التجارب مع المواد غير العضوية المحتمل وجودها على سطح المريخ.

وعموما، فالمريخ ليس الأرض. وحسبما يذكرنـا تراث برسيفال لويل، يمكن أن نخطيء في هذا المجـال. وربما توجد كيمياء غير عضـوية فريدة في التربـة المريخية، قادرة بنفسها على ان تـؤكسد المواد الغذائية، في غياب الجراثيم المريخيـة، وربما توجد بعض المواد غير العضـوية الخاصـة، أو المواد الوسيطـة غير الحية في التربـة المريخية، والتي تستطيع اجتذاب غازات الجو وتحويلها إلى جزيئات عضوية.

وتشير تجارب حـديثـة إلى ان هـذا يمكن أن يكـون هـو الحادث فعـلا. ففي العاصفة الغبـارية المريخية التي حدثت في عـام ١٩٧١، أمكن الحصول على ملامح طيفية للغبار بوساطة المقياس الطيفي العامل بالأشعة تحت الحمراء الموجود في المركبة «مارينـز - ٩» وقد وجدنا انـا و أ. ب. تون، وج. ب. بولاك عند تحليلنـا هذه القياسات أن بعض هذه الملامح تفسر بوجود بعض أنواع الطين.

وتدعم أعمال المراقبـة اللاحقة التي نفـذت بوساطـة مركبة الهبـوط من «فايكينغ» وجود الطين في الرياح التي تهب في المريخ. والآن وجد أ. بانين و ج. ريشبون، أنهما يستطيعـان أن يكـررا بعض الملامح الرئيسـة، كتلك التي تشبـه التركيب الضـوئي، والتنفس في تجارب الأحياء المجهريـة (الناجحة) التي نفذتها «فـايكينغ» إذا استعاضا عن تربة المريخ بهذه الأنواع من الطين في التجارب المخبرية.

ويوجد لأنواع الطين سطح معقد نشيط يستطيع امتزاز[٤] الغازات و إطلاقها، ويمكنها القيام بدور المادة الوسيطة في التفاعلات الكيميائية. ومن المبكر جدا القول إن جميع نتائج تجارب الأحيـاء المجهرية في «فايكينغ» يمكن إن تفسر بـالكيمياء غير

(٤) الامتزاز: هو أن يكثف جسم ما جزئيات الغاز، ويلصقها بسطحه الصلب - المترجم.

العضوية، ولكن مثل هذه النتيجة لن تستمر في إثارة الدهشة.

ولا تكاد تستبعد فرضية الطين وجود الحياة على المريخ، لكنها تحملنا بالتأكيد على القول إنه لا يوجد دليل ملزم على وجود الأحياء المجهرية في المريخ.

ومع ذلك فإن نتائج بانين وريشبون كانت ذات أهمية بيولوجية كبيرة لأنها تبين إمكانية أن يوجد في غياب الحياة، نوع من كيمياء التربة يقوم بالأشياء ذاتها التي تقوم بها الحياة نفسها.

ففي الكرة الأرضية، ربما كانت توجد قبل الحياة، عمليات كيميائية تشبه دورة التنفس والتركيب الضوئي في التربة، وربما تكون هذه العمليات قد نشأت في لحظة نشوء الحياة ذاتها. وبالإضافة إلى ذلك، فنحن نعرف أن أنواعا معينة من الطين تكون مواد وسيطة لاتحاد الحموض الأمينية في سلسلة أطول من الجزئيات المشابهة للبروتينات. وربما كانت أنواع الطين في المرحلة البدائية من تكون الأرض تمثل تشكيلة الحياة ويمكن أن تقدم كيمياء المريخ الحالية مؤشرات أساسية إلى نشوء الحياة في كوكبنا وتاريخها المبكر.

يعرض في سطح المريخ حفر عدة ناجمة عن اصطدام أجسام فضائية فيه وتحمل كل منها اسم شخص هو غالبا من العلماء. حفرة فيشنياك موجودة في منطقة القطب الجنوبي من المريخ ولم يدع فيشنياك وجود حياة على المريخ، ولكنه قال إنها ممكنة وإن من المهم جدا معرفة ما إذا كانت موجودة فعلا. فإذا وجدت الحياة على المريخ، فستكون لدينا فرصة فريدة لاختبار عمومية نوع الحياة الموجودة لدينا. وإذا لم تكن هناك حياة على المريخ، الذي هو كوكب يشبه الأرض، فيجب أن نفهم السبب، لأنه ستحدث في هذه الحالة، حسبما قال فيشنياك، مواجهة علمية كلاسيكية بين التجربة والنتائج المستخلصة منها.

وإذا وجدنا أن نتائج تجربة «فايكنغ» في الأحياء المجهرية يمكن أن تفسر بوساطة الطين، وإنها لا تفترض وجود الحياة، فإنها ستساعد في حل سر آخر يتعلق بتجربة «فايكنغ» في الكيمياء العضوية والتي لم تظهر أي مؤشر إلى وجود مادة عضوية في

تـربة المريـخ. ولو وجـدت الحيـاة على المريخ، فأين الجثث؟ ثم أننـا لم نكشف أي جزيئات عضـوية، أو أي أحجار بناء للبروتينات والحموض النـووية، ولا أي مواد هيدروكربونية بسيطة، أو أي مادة أخرى من مواد الحياة على الأرض.

وهذا ليس تناقضا بالضرورة لأن تجارب «فايكنغ» في الأحياء المجهرية كانت أكثر حساسيـة بألف مرة (بما يعـادل ذرة كربـون واحدة) من التجـارب الكيميائيـة فيها، ويبدو أنها كشفت مادة عضـوية ركبت في المريخ. ولكن ذلك لا يعني الكثير. فتربة الأرض ملأى بالبقـايا العضوية للعضويـــات الحيـــة التي عاشـــت في وقـــت مـــا من الماضي.

وفي تربـة المريخ من المادة العضويـة أقل مما يـوجد منهـا على سطح القمر. وإذا تمسكنا بفـرضية الحيـاة، يمكننا أن نفترض أن الأجسـام الميتة دمـرت بوسـاطة سطح المريخ المؤكسد والفعال كيميائيا، على غرار ما يحدث لجرثـومة موضوعة في قارورة من بيروكسيد الهيدروجين، أو أنه توجد حيـاة، ولكن من النوع الذي تؤدي فيه الكيمياء العضوية دورا أقل أهمية مما تؤديه في الحياة على الأرض.

ولكن هذا البديل الأخير يبدو لي نوعاً من الدفاع الخاص عن الموضوع، فأنا أجد نفسي متعصباً، بـالرغم من إرادتي، للكربـون الذي هو متـوافر بكثرة في الكـون وهو يضع جزيئات معقدة بشكل عجيب، وصالحة للحياة.

وأنـا متعصب أيضـا للماء. فهـو يصنع وسطـا مـذيبـا مثـاليـا لعمل الكيميـاء العضـوية، ويبقـى سائلا في مجال واسع من درجـات الحرارة. ولكنني أسـائل نفسي أحيانـا: هل ولعي بهذه المواد ذو علاقـة بحقيقة كوني مصنـوعا منهـا؟ وهل أساس صنعنا من الكـربون والماء يعود إلى أنهما كانـا موجودين بكثـرة في الأرض في زمن نشوء الحياة؟ وهل يمكن للحياة في أماكن أخرى، كالمريخ على سبيل المثال، أن تصنع من مواد مختلفة أخرى؟

أنا مجمـوعة من الماء والكـالسيوم، والجزئيات العضـوية تـدعى كارل سـاغان. وأنت مجموعـة من جزئيـات مماثلة تقـريباً تحمل يـافطة مختلفة. ولكـن هل هذا كل

شيء؟ وهل لا يوجد اي شيء آخر هنا سوى الجزئيات؟ يجد البعض أن هذه الفكرة تحط بشكل ما من قدر الإنسان. أما أن فأشعر بالرفعة كأن الكون يسهم بتطوير مكائن جزيئية بالتعقيد والذكاء الذي نتسم بهما.

ولكن جوهر الحياة ليس هو بالأحرى الذرات والجزئيات البسيطة التي نصنع نحن منها، بل الطريقة التي تؤلف بينها. ونحن نقرأ بين الآونة والأخرى عن أن المواد الكيميائية التي يكون منها جسم الإنسان تكلف ٩٧ سنتا أو عشرة دولارات، أو شيئا من هذا القبيل، وإنه لأمر يدفع إلى الاكتئاب أن تكون أجسامنا بخسة الثمن إلى هذا الحد. ومهما يكن من أمر، فإن هذه التقديرات للكائنات البشرية قد خفضت إلى أبسط المكونات الممكنة. فالماء يشكل أكبر جزء منا وهو لا يكلف شيئا، والفحم أو الكربون الموجود في أجسامنا حسب على أساس سعر الفحم المستخدم وقودا، والكالسيوم الموجود في عظامنا اعتبر طباشير والآزوت الموجود في بروتيناتنا حسب على أساس آزوت الهواء (رخيص أيضا) واعتبر الحديد في دمنا مسامير صدئة. ولو لم نكن على معرفة أفضل لدفعنا الإغراء إلى جلب كل الذرات التي يتألف منها جسمنا، وخلطها بعضها بالبعض الآخر، في وعاء كبير، وتحريكها. نستطيع أن نفعل ذلك بالقدر الذي نريده. ولكننا لن نحصل في نهاية المطاف إلا على مزيج ممل من الذرات. وكيف يمكننا توقع شيء آخر؟

حسب هارولد مورروفيتز كم يكلف التأليف بين المواد الجزيئية الصحيحة التي يتركب منها الجسم البشري إذا اشتريت من المخازن التجهيزات الكيميائية فكان الجواب انها تكلف نحو عشرة ملايين دولار، الأمر الذي يجب أن يجعلنا نشعر بشكل أفضل إلى حد ما. ولكن حتى في هذه الحالة لن نستطيع أن نضع هذه المواد الكيميائية معا ونخرج كائنا حيا من الجرة. هذا الأمر بعيد جدا عن قدرتنا، وربما سيظل كذلك إلى زمن طويل جدا. ولحسن الحظ، توجد طرق أقل تكلفة ولكن أكثر وثوقية لصنع الكائنات البشرية. واظن أن أشكال الحياة في الكثير من العوالم تتألف في أغلبها من الذرات نفسها الموجودة هنا، وربما حتى من الكثير من الجزئيات الأساسية ذاتها، كالبروتينات والحموض النووية، ولكنها موضوعة معا بطرائق غير

مألـوفة لنـا، وربما تكون العضـويات العـائمة في الأجـواء الكثيفة للكـواكب مماثلـة لتركيبنـا الذري بـاستثنـاء كونها لا تملك عظـامـا، وبـالتالي لا تحتـاج إلى الكثير من الكـالسيـوم. وربما يستخــدم مـذيب آخـر غير الماء في أمـــاكن أخـرى. فحمض الهيدروفلوريك يمكن أن يكـون مذيبا جيدا. بالرغم من عـدم وجود كمية كبيرة من الفلور في الكون، وإذا كـان هذا الحمض يؤذي، إلى حد كبير، أنـواع الجزئيات التي تدخل في تـركيبنا، فإن الجزئيات العضويـة الأخرى، كالشموع البـارافينية تتصف، على سبيل المثال، بكـونها مستقرة تماما في وجـوده. وحتى الأمونيوم السـائل سيكون مادة مذيبة أفضل لأنه متوافر بكميـات كبيرة في الكون. ولكنه لا يكون بحالة سائلة الا في العـوالم الأبرد بكثير من الأرض، أو المريخ. والأمـونيوم هـو بحالـة غازيـة على الأرض، على غرار ماهو عليه الماء في الزهرة.

وربما توجد أشياء أو كائنات حية لا تستخـدم المادة السائلة المذيبة ابدا، وتكون الحيـاة فيهـا من النوع الصلب، والتـي تنتشر منها اشـارات كهـربـائية عـوضـا عن الجزئيات العائمة.

ولكن هذه الأفكـار لا تنقذ فكرة أن تجارب مركبة الهبـوط من «فايكينغ» تشير إلى الحيـاة على المريخ. ففي هـذا الكـوكب المشابـه لـلأرض، والحاوي كميـة كبيرة من الكربون والماء، اذا وجدت الحياة، فيجب أن تعتمد على الكيمياء العضوية.

إلا أن نتـائج الكيميـاء العضـوية، شأنها شـأن نتائج التصـويـر وعلم الأحيـاء المجهريـة جميعها تؤيـد عدم وجود حيـاة في الجسيمات الدقيقـة في منطقتي «كريس» و«يوتـوبيا» في نهاية أعـوام السبعينيات. وربما تكـون على عمق بضعة ملليمترات في الصخور (على غـرار ماهو عليه الأمـر في وديان القطب الجنوبي الجافـة) أو في مكان آخر من الكوكب أو في زمن أقدم وأكثر اعتدالا، ولكن ليس في المكان والزمان اللذين بحثنا نحن فيهما بعثة استكشاف «فايكينغ» كـوكب المريخ ذات أهمية تاريخية كبيرة، فهي أول بحث جدي عما يمكـن أن تكون عليه الأنـواع الأخرى للحيـاة، وأول بقاء لمركبة فضـاء في حالة عمل لمدة ساعـة أو أكثر في كوكب آخـر (بقيت «فايكينغ -١»

تـربة المريـخ. ولو وجـدت الحيـاة على المريخ، فأين الجثث؟ ثم أننـا لم نكشف أي جزيئات عضـوية، أو أي أحجار بناء للبروتينات والحموض النـووية، ولا أي مواد هيدروكربونية بسيطة، أو أي مادة أخرى من مواد الحياة على الأرض.

وهذا ليس تناقضا بالضرورة لأن تجارب «فايكنغ» في الأحياء المجهرية كانت أكثر حساسيـة بألف مرة (بما يعـادل ذرة كربـون واحدة) من التجـارب الكيميائيـة فيها، ويبدو أنها كشفت مادة عضـوية ركبت في المريخ. ولكن ذلك لا يعني الكثير. فتربة الأرض ملأى بالبقـايا العضوية للعضويـــات الحيـــة التي عاشـــت في وقـــت مـا من الماضي.

وفي تربـة المريخ من المادة العضويـة أقل مما يـوجد منهـا على سطح القمر. وإذا تمسكنا بفـرضية الحيـاة، يمكننا أن نفترض أن الأجسـام الميتة دمـرت بوسـاطة سطح المريخ المؤكسد والفعال كيميائيا، على غرار ما يحدث لجرثـومة موضوعة في قارورة من بيروكسيد الهيدروجين، أو أنه توجد حيـاة، ولكن من النوع الذي تؤدي فيه الكيمياء العضوية دورا أقل أهمية مما تؤديه في الحياة على الأرض.

ولكن هذا البديل الأخير يبدو لي نوعاً من الدفاع الخاص عن الموضوع، فأنا أجد نفسي متعصباً، بـالرغم من إرادتي، للكربـون الذي هو متـوافر بكثرة في الكـون وهو يضع جزيئات معقدة بشكل عجيب، وصالحة للحياة.

وأنـا متعصب أيضـا للماء. فهـو يصنع وسطـا مـذيبـا مثـاليـا لعمل الكيميـاء العضـوية، ويبقـى سائلا في مجال واسع من درجـات الحرارة. ولكنني أسـائل نفسي أحيانـا: هل ولعي بهذه المواد ذو علاقـة بحقيقة كوني مصنـوعا منهـا؟ وهل أساس صنعنا من الكـربون والماء يعود إلى أنهما كانـا موجودين بكثـرة في الأرض في زمن نشوء الحياة؟ وهل يمكن للحياة في أماكن أخرى، كالمريخ على سبيل المثال، أن تصنع من مواد مختلفة أخرى؟

أنا مجمـوعة من الماء والكـالسيوم، والجزئيات العضـوية تـدعى كارل سـاغان. وأنت مجموعـة من جزئيـات مماثلة تقـريباً تحمل يـافطة مختلفة. ولكـن هل هذا كل

لدينا إجراءات وقائية شديدة جدا .

توجد حـاليا دول تصنع وتخزن أسلحة جـرثومية . ويبدو أن هنـاك احتمالا لوقوع حـادث عرضي في هـذا المجال ، ولكن لم يحدث ، حسبما أعـرف ، حتى الآن أن أدى ذلك إلى انتشـار وباء مـرضي على مستـوى الكرة الأرضيـة كلهـا . وربما يمكن جلب عينات مريخية إلى الأرض .

ولكن أريد أن أكـون متأكدا جـدا من النتائج قبل الأخـذ بالاعتبـار مهمة جلب هذه العينات .

ثمة طريقـة أخرى لإجراء الأبحاث في المريخ ، وفي المجـال الكامل للمكتشفات والأشياء الممتعة في هذا الكوكب المشابه لكوكبنا .

كـانت أكثر عـواطفي تحكما في خلال متـابعتي صـور مركبـة الهبوط «فـايكينغ» الإحسـاس بالخيبـة من جمود المركبة ، ووجـدت نفسي أحـرض هذه المركبـة بشكل لا شعوري على الـوقوف على الأقل على أصابـع قدميها ، كما لـو أن هذا المخبر المصمم أصلا للعمل في حـالة الثبات فقط ، كـان يرفض باصرار حتى القيـام بقفزة صغيرة . وكم كنا نتوق إلى تحريك أحـد الكثبان الرملية بـذراع أخذ العينات ، لكي نفتش عما هو موجود تحت هذا أو ذاك الحجر ومـا اذا كانت تلك السلسلة الجبلية البعيدة سورا لإحدى حفر الصدمات .

وكنت أعرف أنه تـوجد في مكان غير بعيد بـاتجاه الجنوب الشرقي ، الأقنية الأربع الملتويـة في منطقة «كريس» . وفي ضوء الطـابع المثير للاستفزاز والضيق الـذي حملته نتائج «فايكينغ» ، تبين أنني كنت أعرف مئة مكان على المريخ أكثر أهمية وتشويقا من مواقع الهبوط التي اخترناها .

ولعل الأداة المثالية في هذا المجال هي عـربة جوالة تحمل تجارب متقدمة ، ولاسيما في مجال التصوير ، والكيمياء والأحياء . النماذج الأوليـة لهذه العربات هي قيد الصنع من قبل وكالة الفضاء الأميركية .

وهذه العربات تعرف كيف تتحرك ذاتيا فوق الصخور، ولا تسقط في الوهاد الضيقة. وكيف تخرج من المواضع الضيقة. ونحن قادرون على إيصال عربة جوالة إلى سطح المريخ يمكنها تدقيق جميع ما حولها ومشاهدة أكثر الأشياء إثارة للاهتمام في مجال رؤيتها، والذهاب في اليوم التالي إلى مكان آخر، وأن تتحرك كل يوم إلى مكان جديد، وتقوم بتحركات متعرجة معقدة عبر مناطق طبوغرافية مختلفة من سطح هذا الكوكب المثير.

بعثة كهذه يمكن أن تحقق مكاسب علمية عظيمة، حتى وإن لم توجد حياة على المريخ. فنحن ستتمكن من التجوال في الوديان النهرية القديمة، ونصعد سفوح أحد الجبال البركانية الكبيرة، عبر التضاريس المتدرجة الغريبة للسطوح القطبية الجليدية، أو ننعم النظر عن كثب في أهرام المريخ المغرية[٥].

سيكون اهتمام الرأي العام بمثل هذه البعثة كبيرا جدا. ففي كل يوم ستصل مجموعة جديدة من المشاهد إلى تلفزيوناتنا المنزلية. وهكذا نستطيع أن نقتفي آثار الطريق، ونتأمل في المكتشفات، ونقترح الذهاب إلى أماكن جديدة. ستكون الرحلة طويلة، تتمثل خلالها العربة المتحركة للأوامر التي تبث بالراديو من الأرض.

وسيكون هناك وقت كثير لإدخال أفكار جيدة جديدة في خطة البعثة الفضائية. وهكذا، فإن مليار إنسان يمكن أن يشاركوا في اكتشاف عالم آخر.

مساحة سطح المريخ مساوية تماما لمساحة اليابسة على الأرض. وبالتالي فإن استطلاعا كاملا لهذا السطح سيشغلنا قرونا عدة. ولكن سيأتي ذلك الوقت الذي يكون فيه المريخ قد استكشف كله، وانتهت الطائرات الآلية من وضع خرائط جوية له، ومشطت العربات الجوالة سطحه، وجلبت العينات منه بشكل مأمون إلى الأرض، ووطئت الكائنات البشرية رمال المريخ. فماذا بعدئذ؟ ماذا

---

(٥) عرض قاعدة أكبرها ٣ كيلو مترات وارتفاعها كيلو متر واحد وهو أكبر كثيراً من أهرام سومر ومصر أو المكسيك. وهي تبدو متآكلة وقديمة. وربما تكون مجرد جبال صغيرة تعرضت خلال قرون طويلة للرياح الرملية. ولكنها تستحق ـ حسبما أظن ـ نظرة متأنية.

سنفعل بالمريخ؟

هناك عدة أمثلة على سوء الاستخدام البشري للأرض، لدرجة يصبح معها مجرد طرح هذا السؤال يثبط عزمي.

وإذا كانت هناك حياة على المريخ، فأنا أظن أنه يجب علينا ألا نفعل شيئا للمريخ. المريخ عندئذ ملك للمريخيين حتى وإن كان هؤلاء من الجراثيم فقط.

فإن وجود أحياء مستقلة في كوكب مجاور هو كنز لا يمكن تقدير قيمته، وبالتالي فإن المحافظة على هذه الحياة حسبما أرى، يفوق أي استخدام ممكن آخر للمريخ.

ولنفترض على أية حال ان المريخ خال من الحياة، وهو ليس مصدرا محتملا للمواد الخام، فإن نقل هذه المواد من المريخ إلى الأرض، سوف يكون مكلفا جدا لقرون عدة قادمة.

ولكن ألا يمكن أن نصبح قادرين على العيش فيه؟ ألا نستطيع، بشكل ما أن نجعل هذا الكوكب صالحا للحياة والسكن؟.

إنه عالم محبب بالتأكيد، ولكن هناك من وجهة نظرنا الضيقة، الكثير من المشكلات في المريخ، ولاسيما ندرة الأوكسجين فيه، وعدم وجود الماء السائل، وتعرضه لتدفق كبير من الأشعة فوق البنفسجية. (لا تشكل درجات حرارته المنخفضة عائقا لا يمكن التغلب عليه، حسبما تثبت المحطات العلمية العاملة في القارة القطبية الجنوبية طوال أيام السنة).

يمكن إن تحل جميع هذه المشكلات إذا استطعنا تأمين كميات أكبر من الهواء، فمع وجود ضغط جوي أكبر يصبح من الممكن توافر الماء السائل. ومع وجود كمية أكبر من الأوكسجين سنتمكن من التنفس في جوه، ويمكن تشكيل الأوزون ليصبح درعا واقيا لسطح المريخ من الأشعة الشمسية فوق البنفسجية.

وتشير الأقنية المتعرجة، والألواح الجليدية القطبية المتراصة بعضها فوق البعض الآخر، والدلائل الأخرى، إلى وجود جو في المريخ في الماضي أكثف مما هو عليه الآن

ولا يحتمل أن تكون هذه الغازات قد هربت من المريخ، بل لابد أن تكون موجودة في مكان ما منه، وأن يكون بعضها قد اتحد كيميائيا بصخور سطحه، وبعضها في الجليد الموجود تحت السطح. ولكن أغلبها يمكن أن يكون موجودا في ذروتي القطبين المتجمدين.

ولكي نبخر هاتين الذروتين، يجب أن نستخدم الحرارة لهذا الغرض، وربما نستطيع أن نرشها بمسحوق معتم يزيد من حرارتها بسبب امتصاص كمية أكبر من ضوء الشمس، وهو عكس مانفعله على الأرض عندما نريد تدمير الغابات والمروج، ولكن مساحة هاتين الذروتين كبيرة جدا، وسوف يحتاج نقل الغبار اللازم لرشهما إلى ١٢٠٠ صاروخ من نوع ساترن (Saturn) الخماسي المراحل تطلق من الأرض إلى المريخ، وحتى في هذه الحالة يمكن للرياح أن تأخذ هذا الغبار بعيدا جدا عن الذروتين. ولكن الطريقة الفضلى هي ابتكار مادة عاتمة معينة يمكنها أن تتكاثر ذاتيا، كأن تكون ماكينة ما معتمة نوصلها إلى المريخ حيث يمكنها عندئذ ان تنسخ ذاتها مستفيدة من المواد المحلية الموجودة في كل انحاء ذروتي القطبين. يوجد حاليا هذا النوع من المكائن. ونحن ندعوها النباتات، علما أن بعضها متين جدا ومرن.

ونعرف أيضا أنه يوجد على الأقل بعض الجراثيم الأرضية التي تستطيع الحياة على المريخ. ويلزم في هذه الحالة برنامج للانتقاء الاصطناعي والهندسة الجينية للنباتات المعتمة، وربما الأشنيات - التي تستطيع الحياة حتى في البيئة الأكثر قسوة من البيئة المريخية. وإذا أمكن تهجين مثل هذه النباتات، يمكن أن نتصور زرعها في المساحات الواسعة لذروتي القطبين المريخيين المتجمدين، حيث تضرب جذورها فيها، وتنتشر، مضفية السواد على هاتين الذروتين، وممتصة ضوء الشمس، ورافعة حرارة الجليد، ومطلقة الجو المريخي القديم من أسره الطويل. ويمكن حتى أن نتصور نوعا من رجال المريخ الرواد الآليين أو البشر الحقيقيين يتجولون في الأصقاع القطبية المتجمدة ويبذلون جهودا مكرسة لخدمة الأجيال البشرية القادمة.

يدعى هذا المفهوم العام تشكيل الأرض، أي تغيير مشهد طبيعي غريب إلى مشهد أكثر ملاءمة للكائنات البشرية. وخلال آلاف السنين استطاع البشر أن يغيروا

درجة حرارة الأرض بمعدل درجة مئوية واحدة بوساطة البيت الزجاجي (ازدياد نسبة ثاني أوكسيد الكربون في الجو) والالبيدو (نسبة ضوء الشمس المنعكس على الأرض والعائد إلى الفضاء)، ومع ذلك، ففي ضوء المعدل الحالي لحرق وقود الأحافير، وتدمير الغابات والمروج، نستطيع أن نغير درجة حرارة الأرض بمعدل درجة أخرى خلال قرن واحد أو أثنين فقط.

هذه الاعتبارات وغيرها تشير إلى أن المقياس الزمني لتغير هام في تشكيل أرض المريخ، ربما يكون في حدود تراوح مابين مئات وآلاف السنين. وفي المستقبل الذي تستخدم فيه التكنولوجيا المتقدمة جدا، قد لا نرغب في زيادة الضغط الجوي الإجمالي فقط، وجعل الماء سائلا فحسب، بل سنعمل أيضا على نقل الماء السائل من ذروتي القطبين المتجمدين إلى المناطق الاستوائية الأكثر حرارة. وهناك بالتأكيد طريقة لعمل ذلك فنحن سنبني الأقنية عندئذ.

وسوف ينقل جليد السطح، والجليد الموجود تحت السطح، بعد تذويبهما، بوساطة شبكة اقنية كبيرة. ولكن ذلك هو بالضبط ما كان برسيفال لويل قد عدّه خطأ حادثا فعلا بالمريخ قبل مئة سنة تقريبا. وكان لويل ووالاس، قد فهما أن الوسط غير الملائم نسبيا في المريخ يعزى إلى ندرة الماء. ولو وجدت شبكة اقنية فحسب لأمكن إيجاد حل للنواقص الأخرى، وبالتالي أمكن جعل كوكب المريخ قابلا للسكنى والحياة.

وكان الرصد الذي قام به لويل يجري في شروط رؤية صعبة جدا. وثمة آخرون مثل سكياباريلي، كانوا قد لاحظوا شيئا ما كالأقنية، وقد سميت بالكلمة الإيطالية (Canali) قبل أن يبدأ لويل غرامه بالمريخ، والذي استمر طوال حياته. ولكن للكائنات البشرية موهبة في خداع الذات عندما تثار عواطفها، ولا توجد الا مفاهيم قليلة يمكن أن تكون أكثر إثارة من فكرة وجود كوكب مجاور تسكن فيه كائنات ذكية.

ولعل قوة الفكرة التي جاء بها لويل جعلت منها نوعا من الحدس. فشبكة

الأقنية التي رآها كانت قد انشئت من قبل المريخيين. وحتى هذا الأمر يمكن أن يكون نبوءة دقيقة : لـو أن كوكب المريخ أخضع يوما مـا لعملية تشكيل الأرض، فستفعل ذلك كـائنـات بشريـة تسكن المريخ بشكل دائم وتنتمي إليـه، ونحن سنكـون تلك الكائنات المريخية.



الفصل الخامس

قصص المسافرين

هذا هو الوقت الذي بدأ فيـه البشر الإبحار في بحر الفضاء فالسفن الحديثة التي تتحرك على المسـارات الكبلرية إلى الكـواكب ليست مأهولة، وهي مصنـوعة بشكل جميل ويقـودها رجـال آليون أذكيـاء يعملـون في استكشاف العـوالم المجهولـة . وتتم السيطرة على الرحلات إلى خارج النظـام الشمسي من مكان وحيد على الكرة الأرضية هـو مخبر الدفـع النفـاث JPL التابع لوكالـة الفضـاء الأميركيـة (ناسا) في بـاسادينا بولاية كاليفورنيا.

في ٩ تموز (يوليـو) من عام ١٩٧٩ التقت مركبـة فضائيـة اسمها «فوايـاجير ـ ٢» بمنظومـة كوكب المشتري، بعـد تحليقها في الفضـاء بين الكواكب لمدة سنتين تقـريبا صنعت هذه السفينة من ملايين القطع المنفصلة التي جمعت بعضها إلى بعض بحيث إذا تعطل فيها جـزء مايقوم جزء آخـر بتنفيذ مسؤوليـاته. تزن المركبة الفضـائية ٩٠٠ كيلـوغرام، ويمكنهـا ملء غرفـة جلوس كبيرة، وسـوف تقودهـا مهمتها بعيـداً عن الشمس بحيث لا يمكنهـا الاستفادة من الطـاقة الشمسية في تشغيـل محركاتها، على غرار ما تفعل المركبات الفضائية الأخرى، عوضا عن ذلك فإن «فواياجير» تعتمد على محرك طاقـة نووي صغير يستمد مئـات الواطـات (جمع واط) من التحلل الإشعاعي لكرة صغيرة من البلوتونيوم.

وقد وضعت أجهزة الكمبيوتر الثلاثة الموجودة فيها وأغلب تجهيزاتها المعدة لتأمين الخدمـات كأنظمة السيطـرة على درجـة الحرارة على سبيل المثال، في وسطهـا. وهي تتلقى أوامرها من الأرض وتـرسل المعطيات عن مكتشفاتها بوسـاطة هوائي كبير يبلغ قطره ٣,٧ متر. وتوجد أغلب أدواتها العلمية على منصة دقيقة ترصد المشتري أو أحد أقماره، عنـدما تمرق المركبـة بمحـاذاتها. ويوجـد فيهـا الكثير من المعدات العلميـة

كمقاييس الطيف العاملة بالأشعة فوق البنفسجية وتحت الحمراء، وأجهزة قياس الجسيمات المشحونة والحقول المغناطيسية وإشارات الراديو الصادرة من المشتري*، ولكن الأهم في كل ذلك هو آلتا التصوير التلفزيونيتان المعدتان لأخذ آلاف الصور للجزر الكوكبية في النظام الشمسي الخارجي.

إن كوكب المشتري محاط بغلاف من الجسيمات المشحونة غير المرئية والعالية الطاقة، والخطرة جدا. وعلى المركبة الفضائية أن تمر عبر الطرف الخارجي لهذا الحزام الإشعاعي لتفحص عن قرب كوكب المشتري وأقماره ثم تتابع مهمتها إلى كوكب زحل وما بعده. ولكن الجسيمات المشحونة تستطيع أن تعطل المعدات الحساسة وتحرق الإلكترونيات.

وكذلك فإن المشتري محاط بحلقة من الركام الصلب كانت قد اكتشفت قبل أربعة أشهر بوساطة «فواياجير ـ ١» التي كان على «فواياجيرا ـ ٢» أن تتجاوزها. وكان يمكن لاصطدام أحد الأحجار الكبيرة المحلقة في الفضاء بالمركبة «فواياجير ـ ٢» أن يجعلها خارج السيطرة، ويجعل هوائيها غير موجه نحو الأرض، فتضيع معطياتها إلى الأبد. كان مراقبو هذه المركبة قلقين قبل اللقاء بين المركبة وكوكب المشتري، بسبب المحاذير والاحتمالات، ولكن الذكاء المركب للبشر على الأرض والأجهزة الآلية (الروبوتات) في الفضاء استطاع تحاشي الكارثة.

تحركت هذه المركبة بعد إطلاقها في ٢٠ آب (أغسطس) من عام ١٩٧٧ على مسار قوسي قرب مدار المريخ، وعبر حزام الكويكبات، لتقترب من منظومة المشتري.

وتشق طريقها على مقربة منه وبين أقماره البالغ عددها ١٤ قمرا تقريبا. أدى مرور «فواياجير» قرب المشتري إلى تسريع حركتها في الطريق إلى الالتقاء بزحل، وسوف تدفعها جاذبية زحل إلى أورانوس، وبعد هذا الأخير سوف تمر قرب نبتون،

* تبث النجوم والكواكب والأجسام المختلفة إشارات راديو في شروط حرارية وفيزيائية معينة ـ المترجم.

مغادرة النظام الشمسي ومتحولة إلى مركبة محلقة بين النجوم، فيكون مصيرها التحليق إلى الأبد في المحيط العظيم بين النجوم.

إن رحلات الاستكشاف والاكتشاف هذه هي الأحدث في سلسلة طويلة من الرحلات التي تميز بها التاريخ الإنساني، وطبعته بطابعها. ففي القرنين الخامس عشر والسادس عشر كان بإمكاننا أن نسافر من إسبانيا إلى جزر الأزور خلال بضعة أيام، وهو الزمن الذي نحتاج إليه اليوم لعبور القناة بين الأرض والقمر.

وكان الناس يحتاجون إلى بضعة أشهر آنذاك لعبور الأطلسي والوصول إلى ما كان يعرف بالعالم الجديد أو الدول الأميركية. ونحن نحتاج الآن إلى بضعة أشهر لعبور محيط النظام الشمسي الداخلي، والهبوط على المريخ أو الزهرة اللذين هما بالفعل عالمان جديدان ينتظران وصولنا.

وفي القرنين السابع عشر والثامن عشر كان يمكننا أن نسافر من هولندا إلى الصين في سنة أو سنتين، وهو الوقت نفسه الذي احتاجت إليه مركبة «فواياجير» للسفر من الأرض إلى المشتري [1].

وكانت التكاليف السنوية آنذاك أقل مماهي عليه الآن ولكنها كانت في الحالتين أقل من واحد بالمئة من مجموع المنتوج القومي. وأن سفننا الفضائية بطواقمها الآلية هي طلائع البعثات البشرية المستقبلية إلى الكواكب. فقد سبق لنا أن عبرنا هذا الطريق من قبل.

تمثل الفترة الفاصلة بين القرنين الخامس عشر والسابع عشر نقطة انعطاف رئيسية في تاريخنا.

فقد أصبح واضحا آنذاك أننا نستطيع أن نسافر إلى كل أرجاء كرتنا الأرضية.

---

(١) أو لنقم بمقارنة أخرى، فالبويضة المخصبة تحتاج في تحركها من قناة فالوب حتى زرع نفسها في الرحم إلى زمن يساوي الزمن الذي استغرقته مركبة «أبولو» في ذهابها إلى القمر، كما أنها تحتاج، في تطورها إلى طفل كامل إلى زمن يساوي الزمن الذي استغرقته مركبة «فايكينغ» في الذهاب إلى المريخ، وتزيد فترة الحياة العادية للإنسان على الوقت الذي تحتاجه مركبة «فواياجير» لكي تجتاز مدار بلوتو.

وهكذا انتشرت مراكب شراعية جريئة من نحو ست دول أوروبية في رحلات عبر المحيطات كلها. وكانت ثمة حوافز كثيرة لهذه الرحلات شملت الطموح والطمع والاعتزاز القومي، والتعصب الديني، والاعفاء من السجن والفضول العلمي والتعطش إلى المغامرة، وعدم توافر العمل الملائم في الوطن الأم.

وكانت لهذه الرحلات نتائج شديدة وخيرة على حد سواء. ولكن النتيجة الأهم تمثلت في ربط الكرة الأرضية بعضها بالبعض الآخر والتقليل من الظاهرة الإقليمية، وتوحيد الأجناس البشرية والتطوير السريع والقوي لمعرفتنا بكرتنا الأرضية وبأنفسنا.

كان رمز هذه الفترة التي اتسمت بالاكتشافات والاستكشافات المنفذة بوساطة السفن الشراعية هو الجمهورية الهولندية الثورية في القرن السابع عشر.

فما أن أعلنت استقلالها عن الإمبراطورية الاسبانية القوية حتى اعتنقت أفكار التنوير الأوروبية أكثر من أي شعب آخر في ذلك الوقت. فكانت مجتمعا عقلانيا ومنظما ومبدعا.

وبما أن المرافىء والسفن الاسبانية أغلقت بوجه الملاحة الهولندية، فإن قدرة هذه الجمهورية الصغيرة على البقاء الاقتصادي اعتمدت على إنشاء أسطول كبير من السفن الشراعية التجارية وتجهيزه بالرجال ونشره.

كانت «شركة الهند الشرقية» الهولندية التي هي مؤسسة مشتركة بين الحكومة والقطاع الخاص ترسل سفنها إلى الأرجاء البعيدة من العالم لتحمل سلعا نادرة، ثم تبيعها في أوروبا محققة أرباحا كبيرة. كانت هذه الرحلات شريان الحياة للجمهورية. وكانت مخططات وخرائط الملاحة تعتبر من أسرار الدولة، وكانت السفن غالبا تتحرك بموجب أوامر سرية وسرعان ما أصبح الهولنديون موجودين في جميع أنحاء الكرة الأرضية. وأطلقت اسماء قباطنة البحر الهولنديين على بحر بارينتز في القطب المتجمد الشمالي وتاسمانيا في استراليا.

ولم تكن هذه البعثات ذات طابع تجاري فقط وإن كان الكثير منها قد حمل هذا

الطابع فعلا. كانت هناك عناصر مغامرة علمية قوية، ورغبة شديدة في اكتشاف أراض جديدة، ونباتات وحيوانات جديدة وشعوب جديدة، وفي السعي إلى المعرفة من أجل المعرفة ذاتها.

تعكس صالة المجلس البلدي لمدينة أمستردام الصورة الذاتية العلمانية والواثقة لهولندا القرن السابع عشر. وقد احتاج بناؤها إلى حمولة عدة سفن من الرخام. في ذلك الوقت عاش الشاعر والدبلوماسي الهولندي كونستانتين هوغنز الذي قال إن صالة المجلس البلدي بددت القذارة والانحراف القوطيين.

ولا يزال يوجد في هذه الصالة حتى الآن تمثال أطلس الجبار كما تصوره الأساطير يحمل السماوات المزينة بمجموعات النجوم وفي الأسفل يوجد تمثال العدالة وهو يلوح بسيف ذهبي وميزان، واقفا بين الموت والعقاب وهو يطأ بقدميه الجشع، والحسد، إلهي التجار ومع أن الهولنديين اعتمد اقتصادهم على الكسب الخاص فقد كانوا يدركون، بالرغم من ذلك، أن السعي غير المقيد وراء الكسب يهدد روح الشعب.

ويمكن العثور على رمز أقل مجازا تحت تمثالي الأطلس والعدالة في باحة صالة المجلس البلدي. انها خريطة كبيرة يعود تاريخها إلى القرن السابع عشر أو بداية القرن الثامن عشر تمتد من قرب أفريقيا حتى المحيط الهادي.

كان العالم كله مسرحا لنشاطات هولندا، وعلى هذه الخريطة نجد أن الهولنديين حذفوا أنفسهم بتواضع لطيف، مستخدمين الاسم اللاتيني القديم (بلجيكا) لذلك الجزء الذي يشغلونه من أوروبا.

وفي أي سنة نموذجية كان الكثير من السفن الهولندية يجوب نصف العالم، تمخر هذه السفن نحو شاطىء أفريقيا الغربي عبر ماكان يدعى بالبحر الأثيوبي، وحول شاطىء أفريقيا الجنوبي بين مضائق مدغشقر، وبمحاذاة الرأس الجنوبي للهند حتى جزر التوابل التي تتركز فيها المصالح الهولندية بشكل مكثف، والتي تعرف حاليا بأندونيسيا، ومن هناك أبحرت بعض البعثات إلى الأرض المسماة هولندا الجديدة

والتي تعرف حاليـا باستراليا. وغامر عدد قليل في السفـر عبر مضائق ملقا بمحاذاة الفلبين وصـولا إلى الصين. وقد عـرفنـا من خـلال قصة ظهـرت في منتصف القـرن السـابع عشر، الكثير عن البعثـة التي أرسلتهـا شركـة الهنـد الشرقيـة التـابعـة لاتحاد المقاطعات الهولندية إلى التتري العظيـم (تشام) Cham إمبراطور الصين. وقد دهش التجار والسفـراء المبعوثون وقبـاطنة البحر الهولنديـون عندما وقفـوا وجها لوجـه أمام الحضارة الأخرى لمدينة بكين الإمبراطورية(٢).

لم يحدث حتى ذلك الوقت أو بعـده أن تبوأت هـولندا ذلك المركز الـدولي القوي الذي تحقق لها آنـذاك وتبنت هذه الـدولة الصغيرة التي كـانت مضطرة إلى أن تعيش على ما تكسبـه من رزق بأساليب داهيـة عناصر مسـالمة قويـة في سياستهـا الخارجية ونظرا لتسامحهـا مع الآراء المغايرة، فقد أصبحت جنة للمفكـرين الذين التجأوا إليها هربـا من الرقابة على الفكـر والنشر التي كانت تمارس في الدول الأوروبيـة الأخرى. واستفادت هولندا منهم كما استفادت الولايـات المتحدة الأميركية في أعوام الثلاثينات من القرن العشرين من التجاء مفكري أوروبا التي سيطرت عليها النازية. وأصبحت هولندا في القرن السابع عشر مـوطن الفيلسوف اليهودي الكبير سبينوزا الذي أعجب بـه انشتـاين فيما بعـد، ومـوطـن ديكـارت الشخصيـة البـارزة في تـاريخ الفلسفـة والريـاضيات، وجون لـوك العالم السياسي الـذي ترك تأثيره في مجموعـة من الثوريين ذوي الاتجاهات الفلسفيـة من أمثال بين Payne وهاملتون، وآدامـر، وفرانكلين، وجفرسـون. ولم يحـــدث قط حتى ذلك الوقـت أو بعده أن حظيت هولنـــدا بمثل هـذه المجموعة من الفنـانين والعلماء والفـلاسفـة والريـاضيين. وكـان ذلك عصر الرسامين الكبار رمبرانت Rembrandt وفيرمير Vermeer وفرانز هولز Frans Halls ومخترع الميكروسكوب ليفنهوك Leevwenhock وواضع القانون الدولي غروتيوس Grotius والعالم ويلبرورد سنيليوس Will Brord Snellius الذي اكتشف قـانون انعكاس الضوء.

وجريا على العادة الهولنـدية في تشجيع حرية الفكر، فقد قـدمت جامعة لايدن

(٢) ونعرف أيضـا نوعيـة الهدايا التي جاءوا بها إلى العـرش، فقد قدمـوا إلى الإمبراطورة ستـة صناديق صغيرة من الرسوم المختلفة، وتلقى الإمبراطور حمولة جملين من القرفة.

كرسيا جامعيا إلى العالم الايطالي غاليليو الذي كان قد أجبر من قبل الكنيسة الكاثوليكية التي هددته بالتعذيب، على التراجع عن وجهة نظره الإلحادية بشأن حركة الأرض حول الشمس وليس العكس(٣).

كانت لغاليليو ارتباطات وثيقة مع هولندا وكان تلسكوبه الفلكي الأول تحسينا للمنظار الزجاجي ذي التصميم الهولندي. وقد اكتشف بوساطته البقع الشمسية، وأوجه الزهرة، وحفر القمر والأقمار الأربعة الكبيرة للمشتري، التي تعرف الآن بأقمار غاليليو.

ويرد وصف غاليليو لأعماله المتعلقة بالمبادىء والطقوس الكنسية في رسالة بعث بها في عام ١٦١٥ إلى الدوقة كريستينا:

«اكتشفت قبل عدة سنوات حسبما تعرفين يا صاحبة السمو الجليل عدة أشياء في السماوات لم تشاهد قبل عصرنا الحالي. وأن جدية هذه الأشياء وبعض النتائج التي ترتبت عليها من حيث تناقضها مع المفاهيم الفيزيائية المعروفة لدى الفلاسفة الأكاديميين، أثارت ضدي عددا غير قليل من العلماء (علما أن الكثير من هؤلاء من الكنسيين)، كما لو أنني قمت بنفسي بوضع هذه الأشياء في السماء مستخدما يدي لهذا الغرض متعمدا إحداث اضطراب في الطبيعة وقلب الحقائق العلمية. ويبدو أن هؤلاء نسوا أن الزيادة في الحقائق المعروفة تحفز على البحث في المجالات العلمية وعلى تنميتها وترسيخها»(٤).

---

(٣) اقترح البابا جون بول الثاني في عام ١٩٧٩ أن يُصار إلى رفع إدانة غاليليو من قبل «محكمة التفتيش» قبل ٣٤٦ سنة.

(٤) لم تكن شجاعة غاليليو (وكبلر) في تقديم الفرضية بشأن كون الشمس هي المركز واضحة في مؤلفات الآخرين، وحتى لدى أولئك الذين عاشوا في أجزاء أقل تعصباً في أوروبا. وعلى سبيل المثال فقد كتب رينيه ديكارت الذي كان يعيش آنذاك في هولندا في رسالة مؤرخة في نيسان من عام ١٦٣٤ مايلي:

لاشك أنكم تعلمون أن غاليليو تعرض أخيرا لتأنيب محققي محكمة الإيمان، وأن وجهات نظره بشأن حركة الأرض اعتبرت ملحدة. وعلي أن أعلمكم أن الأشياء التي شرحتها في بحثي=

كانت العلاقة بين هولندا بوصفها دولة تعمل في مجالات الاستكشافات، وهولندا التي تشكل مركزا فكريا وثقافيا قوية جدا. وشجع التحسين الذي طرأ على السفن الشراعية التكنولوجيا من كل الأنواع. وأصبح الناس يتمتعون بالعمل المنفذ بأيديهم، وكانت الإبداعات تكافأ، وتطلب التقدم التكنولوجي متابعة المعرفة بأكثر ما يمكن من الحرية، وبالتالي فإن هولندا أصبحت المركز الأول لنشر الكتب وبيعها في أوروبا، وشرعت في ترجمة المؤلفات المكتوبة بلغات أخرى، كما سمحت بنشر المؤلفات الممنوعة في الدول الأخرى. وما لبثت مغامرات الرحلات إلى بلدان غريبة واللقاءات بالمجتمعات الأخرى أن هزت الإحساس بالرضا الذاتي، وتحدت المفكرين في أن يعيدوا النظر بالحكمة السائدة وأظهرت أن الأفكار التي كانت قد قبلت منذ آلاف السنين، ما يتعلق منها بالجغرافيا على سبيل المثال، هي غير صحيحة بصورة جوهرية. وفي الوقت الذي كان فيه الملوك والأباطرة يحكمون معظم العالم، كانت هولندا تُحكم أكثر من أي دولة أخرى من قبل الشعب. وأدى انفتاح هذا المجتمع وتشجيعه الحياة العقلية، ورفاهه المادي، والالتزام بالاستكشافات والاستفادة من العوالم الجديدة إلى بث ثقة بهيجة بالمغامرة البشرية[(٥)].

في إيطاليا كان غاليليو قد أعلن وجود عوالم أخرى، وكان غيوردانو برونو يتأمل أشكالا أخرى للحياة. وعانى هذان الرجلان الكثير من أجل ذلك. لكن في هولندا

=والتي شملت مبدأ حركة الأرض، كانت متداخلة ويعتمد بعضها على البعض الآخر لدرجة أنه يكفي أن نكتشف كون أحدها غير صحيح لكي نعرف أن كل الحجج التي استخدمتها هي غير صحيحة أيضاً. وبالرغم من أنني فكرت أنها كانت تستند إلى براهين مؤكدة وواضحة جداً، فإني لا أرغب، مهما كانت قوة الإغراء، في أن أبقي عليها متحديا سلطة الكنيسة. . . وأنا أريد أن أعيش بسلام وأن استمر في حياتي في ظل الشعار القائل (لكي تعيش جيدا يجب أن تعيش غير منظور).

(٥) ربما يفسر هذا التقليد المتعلق بالاستكشافات حقيقة كون هولندا قد أنتجت، حتى يومنا هذا عدداً أكبر من الفلكيين المتميزين بالمقارنة مع الدول الأخرى ومع تعداد السكان فيها. وكان بينهم «جيرارد بيتر كيبر» وهو الفيزيائي الفلكي الوحيد في العالم الذي كرس وقته كله لهذا العمل في أعوام الأربعينات والخمسينات من القرن الحالي. واعتبر هذا الموضوع فيما بعد من قبل أغلب الفلكيين المحترفين ذا سمعة سيئة، وملوثا بمبالغات لويل (Lowell). وأنا أشعر بالاعتزاز لكوني أحد تلامذة كيبر.

أحيط بالثناء الفلكي كريستيان هوغنز الذي اعتقد بصحة كلا هذين الأمرين. وكان والده كونستانتين هوغنز، الدبلوماسي الماهر في ذلك الزمن، أديبا، وشاعرا، ومؤلفا، وموسيقيا، ومترجما وصديقا مقربا للشاعر الإنكليزي جون دون، ورئيس عائلة عريقة كبيرة. كان كونستانتين معجبا بالرسام روبنز واكتشف فنانا شابا هو «رمبرانت فان رين» الذي ظهر في عدد من مؤلفاته. وكتب ديكارت عن كونستانتين بعد أول اجتماع لهما يقول:

«لم استطع أن أتصور أنه يمكن لرجل واحد أن يشغل نفسه بهذا العدد الكبير من الأشياء وأن يصبح ماهرا فيها كلها، كان منزل هوغنز مملوءا بأشياء جيء بها من مختلف أصقاع العالم. ويتردد عليه ضيوف من المفكرين المتميزين من دول أخرى. وأصبح الشاب كريستيان هوغنز الذي ترعرع في هذا الجو ماهرا في اللغات والرسم والقانون والعلم والهندسة والرياضيات والموسيقى، في آن واحد. كانت اهتماماته وولاءاته واسعة وعبر عن ذلك بقوله «إن العالم هو وطني والعلم هو ديني».

كان الضوء هو محرك العصر ونقصد به حركة التنوير الرمزية لحرية الفكر والدين، وللاكتشافات الجغرافية، والضوء الذي ميز رسوم ذلك الزمن، ولاسيما الأعمال الدقيقة لفيرمير والضوء بوصفه هدفا للبحث العلمي كما في دراسة سنيل (Snell) لانكسار الضوء، وفي اختراع ليفنهوك للمجهر، وفي نظرية هوغنز نفسه في الأمواج الضوئية[٦] وكانت جميع تلك النشاطات مترابطة واختلط القائمون بها فيما

(٦) كان اسحق نيوتن معجباً بهوغنز ويعتبره الرياضي الأكثر مهارة في زمنه، ومن أصدق أتباع تقاليد الرياضيات لدى قدماء الإغريق، الأمر الذي يعتبر بحد ذاته إطراء له، بمقياس ذلك الزمن أو الزمن الحالي. واعتقد نيوتن، وربما لأسباب تعود جزئيا إلى وجود أطراف حادة للظلال، أن الضوء يتصرف كما لو كان تياراً من الجزيئات الدقيقة، وتصور أيضاً أن الضوء الأحمر مؤلف من أكبر الجزيئات حجما، والضوء البنفسجي مؤلف من أصغر الجزيئات. أما هوغنز فقد أكد خلافا لذلك، أن الضوء يتصرف كما لو كان موجة تتحرك في الفراغ، شأنه شأن موجة البحر، ولذا فإننا نتكلم عن طول موجة الضوء وترددها. وعموما فإن عدة خواص للضوء بما فيها حيوده: انحرافه انحرافاً ضئيلا، عند مروره بحافة حادة أو حول جسم صغير جدا، أو خلال ثقب ضيق، تفسر بشكل طبيعي بنظرية الموجات الضوئية، وأثبتت السنوات اللاحقة صحة نظرية هوغنز. =

بينهم بحريـة. فالغرف الداخليـة لفيرمير كانت مليئة بشكل متميـز بأدوات الملاحة والخرائط الجدارية. وكانت المجـاهر من طرف قاعة الاستقبال وكـان ليفنهوك القائم على أطيان فيرمير والضيف الـدائم في منزل هـوغنز في هـوفويجك (Hofwijck). واستخـدم المجهر الـذي طوره ليفنهـوك من النظارة المكبرة من قبل تجار الأقمشـة في فحص نـوعية القماش. وبه اكتشـف عالما بكاملـه في قطرة مـاء، وهي الجراثيم التي وصفها بأنها جزيئات حيوانية، واعتبرها «جذابة». وكان هوغنز قد أسهـم في تصميم المجاهر الأولى، كما اكتشف بوساطتها أشياء كثيرة. وكان ليفنهوك وهوغنز من أوائل الناس الـذين شاهـدوا الخلايا الحيـة من البشرية، وهي التـي مهدت لفهـم التكـاثر البشري. ولشرح كيفية تطور الأحياء المتناهية في الصغر ببطء في الماء الذي عُقِّم سابقا بالغلي، فقد افترض هوغنز أن هذه الأحياء هي من الصغر بما يكفي لعومها في الهواء، وأنها تتكاثر عندما تحط في الماء. وهكذا فقد وضع بديلا للتناسل التلقائي، أي تلك الفكرة القائلة إن الحياة يمكن أن تنشأ تلقائيا في عصير العنب المتخمر، أو في اللحم المتعفن، وبشكل مستقل تمامـا عن الحياة الموجـودة سـابقا. ولم تثبت صحـة تفكير هوغنـز حتى زمن لويـس باستور بعـد قرنين من ذلـك التاريخ. ويمكن اقتفـاء أثر بحث «فايكنغ» عن الحياة في المريخ عبر أكثر من طريق وصولا إلى ليفنهوك وهوغنز. وهما أيضا جدًّا نظـرية المرض الجرثومية، وبـالتالي الكثير من الطب الحديث. ولكن لم تكن توجد حوافز عمليـة في ذهنيهما، بل كانا مجددين يشغلان نفسيهما بأشياء غير مجدية في مجتمع تكنولوجي.

يمثل المجهر (الميكروسكـوب) والمقراب (التلسكوب) اللذان طـورا في هولندا في

= ولكن في عام ١٩٠٥ بيَّن انشتاين أن نظرية جـزيئات الضوء يمكنها أن تفسر التأثير الكهرضوئي وانقذاف الإلكترونات من المعـدن لدى تعرضه لشعاع ضـوئي. وأن الميكانيك الكوانتي الحديث يجمع بين كلتا الفكرتين.

وأصبح من المعتاد الآن التفكير بأن الضوء يتصرف في بعض الحالات كشعاع من الجزيئات، وفي حالات أخـرى كموجـة ولعل هذه الازدواجية الموجيـة والجزئية لا تنسجم بسهـولة مع مفـاهيمنا المتعلقة مع تصورنا للتفكير السليم لكنها تتوافق بشكل ممتاز مع ما أظهرته التجارب عن السلوك الفعلي للضوء. وثمة شيء ما غامض ومثير في هذا التزاوج بين المتضادات. ومن الملائم أن نذكر أن نيوتن وهوغنز ـ وكلاهما عازب ـ كانا أبوي فهمنا الحديث لطبيعة الضوء.

بداية القرن السابع عشر، تمديدا للرؤية البشرية إلى العوالم الصغيرة جدا والكبيرة جدا. وقد انطلقت مراقبتنا للذرات والمجرات في هذا الزمان والمكان. كان كريستيان هوغنز يجب أن يقص ويصقل عدسات التلسكوبات الفلكية وصنع واحدا منها طوله خمسة أمتار. وكان يمكن لاكتشافاته بوساطة التلسكوب، أن تضمن له بحد ذاتها مكانا في تاريخ المنجزات البشرية. وقد كان أول شخص بعد إيراتوسثينس Eratosthenes يقيس حجم كوكب آخر وكان أيضا أول من فكر أن كوكب الزهرة مغطى كليا بالغيوم، وأول من رسم ملامح سطح المريخ (يعرف منحدر واسع معتم جرفت الرياح رماله بسيرتيس ميجور) وكان أول من قرر من خلال مراقبته لظهور واختفاء هذه الملامح لدى دوران الكوكب، أن يوم المريخ شأنه شأن يومنا الأرضي يستمر نحو ٢٤ ساعة.

وكان أول من عرف أن زحل محاط بنظام حلقات لا تمس الكوكب في أي نقطة[٧]، وهو الذي اكتشف تيتان أكبر أقمار زحل وحسبما نعرف الآن، فإنه أكبر قمر في النظام الشمسي، انه عالم واعد وذو أهمية غير عادية. وقد قام بأغلب هذه الاكتشافات عندما كان في العشرينات من عمره، وكان إلى ذلك يعتقد بأن التنجيم هراء.

وقام هوغنز بأشياء أخرى كثيرة. كانت هناك مشكلة رئيسية تعانيها الملاحة البحرية آنذاك، وهي تحديد خط الطول. فخط العرض كان سهل التحديد بوساطة النجوم، إذ كلما توجهنا أبعد إلى الجنوب يزداد عدد مجموعات النجوم الجنوبية التي يمكننا رؤيتها ولكن خط الطول كان يتطلب مراعاة التوقيت بدقة. فالساعة المضبوطة على متن السفينة ستخبرنا بالوقت في مرفأ الإقلاع. ولكن شروق وغروب الشمس والنجوم يحددان التوقيت المحلي للسفينة، وبالتالي فإن الفرق بين هذين التوقيتين يسمح لنا بتحديد خط الطول. واخترع هوغنز الساعة ذات الرقاص (كان

(٧) اكتشف غاليليو هذه الحلقات، ولكن لم تكن لديه فكرة عن كيفية التصرف بشأنها. وقد بدت الحلقات في تلسكوبه الفلكي الأولي، بروزات ملتصقة بشكل متناظر، بالكوكب، وتشبه حسب قوله، الآذان.

مبدأ عملها قد اكتشف من قبل غاليليو) التي استخدمت آنذاك، وإن بنجاح غير كامل، لتحديد مكان السفينة في عباب المحيط الكبير، وأدخلت جهوده دقة لا مثيل لها إلى الأرصاد الفلكية والعلمية الأخرى وحفز على التقدم اللاحق في الساعات الملاحية الحلزوني الذي لايزال مستخدما حتى الآن في بعض الساعات اليدوية، وقام بإسهامات جوهرية في الميكانيك كحساب القوة النابذة المركزية ومن دراسة لعبة النرد إلى نظرية الاحتمالات.

وحسَّن هوغنز أيضا المضخة الهوائية التي لم تلبث أن أسهمت لاحقا في إحداث ثورة في صناعة المناجم كما حسَّن الفانوس السحري الذي يعتبر السلف لجهاز عرض الشرائح، واخترع أيضا ما يعرف بالمحرك العامل ببارود المدافع الذي أثر على تطوير ماكينة أخرى هي المحرك البخاري.

سُرَّ هوغنز كثيراً عندما وجد أن وجهة نظر كوبرنيكوس عن الأرض، باعتبارها كوكبا يتحرك حول الشمس، قبلت حتى من قبل الناس العاديين في هولندا. وقال عن ذلك إن «كوبرنيكوس» لقي ترحيبا لدى جميع الفلكيين، ماعدا أولئك الذين كانوا من ذوي الذكاء البطيء أو متأثرين بالخرافات التي فرضتها «السلطات الحاكمة». ففي القرون الوسطى كان الفلاسفة المسيحيون مغرمين بالقول إن السماوات مادامت تدور حول الأرض كل يوم، فمن الصعب أن تكون محدودة في المدى، وبالتالي يستحيل وجود عدد غير محدد من العوالم، أو حتى عدد كبير منها (أو حتى عالم واحد آخر منها).

وكان لاكتشاف أن الأرض - وليست السماء - هي التي تدور نتائج مهمة تتعلق بعدم كون الأرض وحيدة في نوعها، وباحتمال وجود الحياة في أماكن أخرى. وقد رأى كوبرنيكوس أن النظام الشمسي ليس هو النظام الوحيد الذي تقع الشمس في مركزه بل إن الكون كله يتسم بهذه المركزية، وأن كل نجم هو نظام شمسي قائم بذاته، بينما أنكر كبلر أن تكون للنجوم منظومات كوكبية. ويبدو أن أول إنسان أوضح فكرة وجود عدد كبير وغير محدود بالتأكيد من العوالم الأخرى التي تدور حول شموس

أخرى هو غيـوردانو برونو. ولكن آخـرين اعتقدوا أن تعددية العـوالم انبثقت فورا من أفكار كـوبرنيكوس، وكبلـر، وبالتالي وجـدوا أنفسهم مشدوهين. وفي بدايـة القرن السابع عشر، أكد روبرت ميرتون أن فرضيـة مركزية الشموس تقتضي وجود عدد كبير من الأنظمة الكـوكبية الأخرى، وكـان ذلك نوعـا من النقاش المعروف بـالبرهان غير المباشر الذي يظهر خطأ الفرضية الأوليـة. وقد كتب عن ذلك ماكان يمكن أن يبدو في وقت ما مدمرا:

«لأنه إذا كـانت السماء على هذا الاتساع الذي لا مثيل لـه، على غرار مايريـدها جبـابـرة كـوبـرنيكـوس. . . ومليئـة بعـدد لا يحصى من النجوم وذات أبعـاد غير محدودة. . فلماذا لا يمكننـا أن نفترض. . . أن هـذا العدد غير المحـدود من النجـوم المرئية في السماء هو شموس ذات مراكز ثابتة ولها أيضا كواكبها التابعة لها، شأنها شأن شمسنا التي لها كواكب لاتـزال تتراقص حولها؟ وهكذا يكون هناك ــ نتيجة لذلك ـ عدد غير محدود من العـوالم المسكونة، وماذا يمنع ذلك؟ إن هـذه المحاولات الجريئة والـوقحة ومـا يماثلها من تنـاقضات عجيبـة لابد أن تتبعهـا استنتاجات في حـال الأخـذ بهـا. . كبـلد. . والآخـرون يقولـون إن الأرض تدور».

ولكن الأرض تـدور فعـلا ولو عـاش ميرتـون الآن لكان عليـه أن يستنتج وجـود «عوالم مسكـونة غير محدودة العدد» ولم يحفل هوغنـز من هذا الاستنتاج، بل أخـذ به بسرور قائلا: هناك عبر بحار الفضاء تشكل النجـوم شموسا أخرى. رأى هوغنز أن هذه النجوم، شأنها شأن نظامنـا الشمسي، يجب أن تملك كواكبها الخاصة بها، وأن الكثير من هذه الكـواكب يمكن أن يكون مسكونا وقـال: هل علينا ألا نسمح لهذه الكواكب بأي شيء غير الصحاري الواسعة. . ونحرمها من كل هذه الكائنات التي تعد ببساطـة دليلا على هندستها الإلهية، ولماذا علينـا أن نصنف هذه الكواكب دون الأرض في مجالي الجمال والجلال، هذا أمر غير معقول[8].

(٨) كان لعدد قليل من الناس آراء مماثلة، فقد ذكر كبلر في كتابه: (Harmonice Mundi) (انسجام العوالم): «كان رأي تيكوبراهيه بما يتعلق بكون العوالم مقفرة وعارية هو أنها لا يمكن أن تكون قد وجدت دون هدف بل هي مليئة بالسكان».

وضعت هـذه الأفكار في كتـاب غير عادي حمل عنـوانا احتفـاليا هـو «اكتشاف عوالم سماوية : التخمينـات المتعلقة بسكان ونباتات وإنتـاج عوالم الكواكب». ألّف هذا الكتـاب قبل وقت قصير من وفـاة هوغنـز في عام ١٦٩٠ ، وحـاز على إعجاب الكثيرين بمن فيهم القيصر بطـرس الأكبر الذي جعل منـه أول كتاب علمي غـربي ينشر في روسيا . والقسـم الأكبر من الكتاب عن طبيعـة أو بيئة الكواكـب، ونرى في الصور التي ظهرت في الطبعـة الأولى واحدة تضم ، حسب مقياس موحـد، كلا من الشمس والكوكبين العمـلاقين المشتري وزحل . إنها صغيرة نسبيا وهنـاك أيضا رسم لزحل إلى جوار الأرض التي تبدو بشكل دائرة صغيرة جدا . .

كان هوغنز يتصور غالبا أن البيئات والسكان في الكواكب الأخرى مماثلة بالأحرى لما هي عليه في كـوكب الأرض في القرن السـابع عشر. واعتبر أيضا فكـرة أن «سكان هذه الكواكـب مختلفون ومتميزون كليا عن سكان الأرض سـواء في أجسامهم ، أو في كل جزء منهم هي رأي أحمق تماما . . . ويستحيل أن تسكن نفس عاقلة في أي شكل آخـر غير أشكالنـا». وكـان يقول «يمكنك أن تكـون ذكيـاً حتى وإن كنت ذا شكل غريب. ولكنه ظل يؤكد أن هؤلاء لن يبـدوا بأشكال غريبة جدا، وأنه يجب أن تكون لهم أيد وأقـدام، وأنهم يسيرون منتصبين، ولديهم الكتابة والهندسة . وأن للمشتري أربعة أقمار غاليليـة تؤمن مساعدة مـلاحية للمبحرين في محيطاتـه . كان بالطبع ابن زمانـه ومن منا ليس كـذلك؟ . . لقد ادعى أن العلم هـو دينه ثم أكـد أن الكواكب يجب أن تكون مسكونة ، وإلا فإن الله لم يخلق العوالم عبثاً أو من أجل لا شيء . ولأنه عـاش قبل داروين فإن أفكـاره المتعلقـة بـالحيـاة خـارج الأرض بـريئـة من المنظـور التطوري . ولكنه كـان يستطيع بالاعتماد على الأرصاد الفلكي تطويـر شيء قريب من المنظور الكوني الحديث :

«ما أكثر روعـة وإثارة ذلك المخطط الذي نملكه للاتسـاع المدهش للكون فثمة الكثير من الشمـوس، ومن الكواكب المماثلـة للأرض . . . وكل كوكـب يحتوي على الأعشاب والأشجار والحيوانات إلى جانب الكثير من البحار والجبال . . . وكم ينبغي أن يزيد اعجابنا ودهشتنا إذا ما أخذنـا بالاعتبار الاتساع المدهش للنجوم والمسافات الكبيرة الفاصلة بينها».

إن مركبة الفضاء «فوايا جير» هي سليلة رحلات السفن الشراعية الاستكشافية والتقاليد العلمية والفكرية لكريستيان هوغنز ومركبات «فوايا جير» سفن سريعة متجهة إلى النجوم، تكتشف في طريقها تلك العوالم التي عرفها هوغنز وأحبها كثيرا.

كانت إحدى السلع الرئيسية التي عادت بها تلك الرحلات قبل قرون هي قصص المسافرين[٩] التي تحكي عن أوطان غريبة ومخلوقات عجيبة فتثير الإحساس بالدهشة وتحفز على القيام باكتشافات مستقبلية. كانت هناك قصص عن الجبال التي طاولت السماء، وعن التنينات ووحوش البحر، وعن الأكل يوميا في آنية ذهبية، وعن الحيوان الذي يستخدم ذراعه بوصفها أنفا، وعن الناس الذين فكروا أن النزاعات العقائدية بين البروتستانت والكاثوليك واليهود والمسلمين ليست سوى أمور تافهة، وعن حجر أسود احترق، وعن كائنات بشرية دون رؤوس، ولكن بأفواه موجودة في صدورها، وعن الأغنام التي تنمو على الأشجار. كان بعض هذه القصص صحيحا وبعضها غير صحيح. وكان لبعض ثالث منها نواة من الحقيقة، ولكن أسيء فهمها أو بولغ فيه من قبل المستكشفين أو الذين أخبروهم عنها. وأثارت هذه القصص، بوساطة أناس مثل فولتير أو جوناثان سويفت على سبيل المثال، أفكارا جديدة بشأن المجتمع الأوروبي، وحملت على إعادة النظر بذلك العالم الضيق.

الرحلات الحديثة أيضا تعود بقصص المسافرين عن عالم محطم ككرة بلورية، وأرضه مغطاة من قطب إلى آخر بما يبدو شبكة من بيوت العنكبوت وأقمار صغيرة بشكل حبات البطاطا، عن عالم محيطاته تحت الأرض، وتنبعث من أرضه التي تبدو كفطيرة البيتزا رائحة البيض الفاسد وتتخللها بحيرات من الكبريت الذائب، وتقذف

(٩) إن هذه القصص هي تقليد بشري قديم، وكان للكثير منها منذ بداية الاكتشافات حافز كوني، وعلى سبيل المثال، فإن اكتشافات القرن الخامس عشر لكل من أندونيسيا وسيريلانكا والهند والبلدان العربية وأفريقيا من قبل عائلة مينغ الصينية كانت قد وصفت من قبل فاي هين أحد المشاركين في كتاب مصور أعد للإمبراطور. ولسوء الحظ فإن الصور فقدت وبقي النص.

براكينه الدخان مباشرة إلى الفضاء، إنه الكـوكب المعروف بالمشتري الذي يقزّم كوكبنا الأرض، ويستطيع استيعاب ألف كوكب مثله.

كل واحـد من أقمار غـاليليـو التي تدور حـول المشتري يماثل تقـريبـا في الحجم كوكب عطـارد. ويمكننا أن نقيس حجـومها وكتلها وبـالتالي نحسب كثـافتها التي تقول لنا شيئا عن بنيتها الداخلية. ونجد أن للقمـرين الداخليين إيو، ويوروبا كثافة مماثلة لكثافـة الصخور. أما القمران الخارجيان غانميد، وكـاليستو، فلهما كثافة أقل كثيرا من القمرين السابقين، وهي تقع في نقطة متوسطة بين الصخر والجليد، ولكن مـزيج الصخر والجليـد في هـذين القمريـن الخارجيين يجب أن يحتوي، شأنـه شأن الصخور على كـوكب الأرض، على آثار من المعـادن المشعة التي تـزيد حـرارة على ما يحيط بها. وليس هنـاك أي طـريقة فعـالـة لـوصول هـذه الحرارة التي تـراكمت عبر مليـارات السنين إلى السطح وتبعثـرهـا في الفضـاء، وبـالتـالي يجب على النشـاط الإشعاعي داخل غـانميد وكـاليستو أن يذيب الأقسـام الداخليـة المتجمدة. ونحن نتـوقـع وجـود محيطـات تحت السطح مـن الجليـد نصف الـذائب والماء في هـــذين القمرين، ونحدس قبل أن تتاح لنا فرصـة رؤية سطوح أقمار غاليليو عن كثب، أنها يمكن أن تكون مختلفـة جداً أحدها عن الآخـر ويتأكد هذا الحدس عندمـا ننظر إلى هذه السطوح عن كثب من خلال أعين «فواياجير». هذه الأقمار غير متشابهة، وهي تختلف عن أي عوالم كنا قد رأيناها من قبل.

لن تعود مـركبة «فواياجير» أبـدا إلى الأرض. ولكن اكتشافاتها العلميـة والملحمية وقصص مسافريها ستعود فعلا. خذ على سبيل المثال يوم التاسع من تموز (يوليه) من عام ١٩٧٩ ففي السـاعة ٨,٠٤ بتوقيت البـاسيفيك وصلت إلى الأرض أولى الصور لعـالم جديـد هو قمـر يوروبـا الذي يـدور حول المشتري والـذي سمي باسـم العـالم القديم، الذي هو القارة الأوروبية على الأرض.

فكيف تصل الصورة من النظام الشمسي الخارجي إلينا؟

إن الشمس تضيء على القمر يوروبا في أثنـاء دورانه حول المشتري وينعكس هذا الضوء إلى الفضاء حيث يصطدم جزء منه بالمواد الفوسفورية في الكاميرات التلفزيونية لمركبة فواياجير مولدا الصورة.

وتُقرأ الصورة المتشكلة من قبل أجهزة الكمبيوتر في «فواياجير» وترسل بالراديو عبر المسافة الكبيرة بين المشتري والأرض والبالغة نصف مليار كيلومتر، فيتسلمها التلسكوب الراديوي في المحطة الأرضية المعدة لهذا الغرض على الأرض توجد محطة من هذا النوع في إسبانيا ومحطة أخرى في صحراء موجافيه في جنوب كاليفورنيا، وثالثة في استراليا (وفي ذلك الصباح كانت محطة أستراليا موجهة نحو المشتري . . وقمره يوروبا) ثم ترسل المعلومات عبر قمر اتصالات اصطناعي يدور حول الأرض إلى جنوب كاليفورنيا حيث تبث بوساطة مجموعة من أبراج إعادة الإرسال الميكروية إلى جهاز الكمبيوتر في مخبر الدفع النفاث لتتم معالجتها .

وتشبه الصورة تماما الصور السلكية التي تبث وهي مؤلفة من نحو مليون نقطة مستقلة، وكل منها ذات ظل رمادي مختلف، هو من الصغر والقرب أحد من الآخر بحيث لا ترى مجموعة النقاط من مسافة . وكلنا نرى فقط تأثيرها التراكمي . وتحدد المعلومات القادمة من مركبة الفضاء مدى إضاءة أو عتامة كل نقطة وبعد المعالجة يجري خزن النقاط على قرص مغناطيسي ، يشبه إلى حد ما أسطوانة الحاكي .

ويوجد نحو ١٨ ألف صورة مأخوذة للمشتري بوساطة المركبة «فواياجير ـ ١» وهي مخزنة على أقراص مغناطيسية مماثلة وعدد مماثل مأخوذ بوساطة المركبة «فواياجير ـ ٢» وأخيرا فإن الناتج النهائي لهذه المجموعة المهمة من عمليات الاتصال وإعادة البث هو عبارة عن قطعة رقيقة من الورق المصقول، تبين المشاهد المدهشة للقمر يوروبا التي سجلت وعولجت وفحصت أول مرة في التاريخ البشري، في التاسع من تموز (يوليه) من عام ١٩٧٩ .

ما رأيناه في هذه الصور مدهش جدا وحصلت المركبة «فواياجير ـ ١» على صور ممتازة للأقمار الغاليلية الثلاثة الأخرى للمشتري، ولكنها لم تحصل على صور للقمر يوروبا الذي ترك المركبة «فواياجير ـ ٢» التي حصلت على أولى الصور القريبة له، حيث نرى أشياء لا يتجاوز اتساعها بضعة كيلومترات وللوهلة الأولى يبدو هذا المكان شبيها بشبكة الأقنية التي تصور برسيفال لويل (Percival Lowell) إنها موجودة على سطح المريخ والتي نعرف الآن بوساطة مركبة الاستكشافات أنها غير

موجـودة أبدا. نـرى على القمر يوروبـا شبكة معقدة مـدهشة من الخطـوط المنحنية والمستقيمة المتقاطعة.

فهل هي جروف قد رفعت؟ أم هي أحـواض قد خفضت؟ وكيف صنعت؟ هل هي جزء من نظام تكتوني[١٠] شامل ربما كان قد نشأ عن تحطم المركب أثناء تمدده أو تقلصه؟ وهل لها علاقة بحركة الصفائح التي تكون قشرة كوكب الأرض ذاته؟ وماهو الضوء الذي تلقيه على الأقمار الأخرى التـابعة لكوكب المشتري؟ في لحظة الاكتشاف حققت التكنولوجيا شيئا مـدهشا. ولكن يبقى على جهاز آخر هو العقل البشري أن يحل رموزهـا. ويبدا أن سطح القمر يـوروبا أملس ككـرة البلياردو بالـرغم من شبكة الخطوط المذكورة. ويعـزى غياب الحفر الناجمة عن اصطدام أجسـام خارجية بسطح القمر إلى الحـرارة وغمـر الجليـد السطحـي هـذه الحفـر، أما الخطــوط فهي أخاديد أو شـقوق، وإن كـان منشأهـا لايزال موضع نقاش حتى بعد تنفيذ المهمـة الفضائية بوقت طويل.

ولو كانت مـركبتا «فواياجير» مأهولتين لقام قبطـاناهما بتسجيل كل التفاصيل في سجل معـد لهذا الغـرض، وبـالتالي فإن الأحـداث التي شـوهـدت من متن هـاتين المركبتين كانت ستظهر كما يلي:

اليـوم الأول: بعـد قلق كبير على الاستعـدادات والمعدات التي بـدت في حـالـة أعطــال انطلقنــا بنجــاح من كيــــب كانافيـــرال في رحلتنــــا الطويلــــة إلى الكواكـــب والنجوم.

اليوم الثاني: حدثت مشكلة في نشر الـرافعة التي تحمل منصة المسح العلمية ولو لم تحل هذه المشكلة لفقدنا أغلب الصور والمعطيات العلمية الأخرى.

اليـوم-١٣: نظـرنا إلى الخلف وأخـذنا أول صـورة للأرض والقمـر معا كعـالمين مستقلين يتحركان في الفضاء.. إنهما زوج رائع.

---

(١٠) تكتونية Tectonic هي حركة أديم الأرض في أثناء تشكلها.

اليوم ـ ١٥٠ : جرى تشغيل المحركات لتصحيح المسار في منتصف الطريق .

اليوم ـ ١٧٠ : القيام بأعمال روتينية في داخل المركبتين وبذلك تكون الأشهر التي مرت حتى الآن خالية من الأحداث المهمة .

اليوم ـ ١٨٥ : ضبط ناجح للصور المأخوذة للمشتري .

اليوم ـ ٢٠٧ : حلت مشكلة الرافعة ، ولكن حدث عطل في جهاز الإرسال الراديوي الرئيسي ، وانتقلنا إلى العمل على جهاز الإرسال الاحتياطي . وكذا تعطل هذا الأخير فلن يسمع أحد من الأرض شيئا عنا بعد اليوم .

اليوم ـ ٢١٥ : نعبر الآن مدار المريخ . وهذا الكوكب ذاته هو في الجانب الآخر من الشمس .

اليوم ـ ٢٥٩ : ندخل الآن حزام الكويكبات يوجد هنا الكثير من الأحجار الكبيرة التي تشكل مخاطر وعقبات فضائية ولا وجود لأغلبها على خرائطنا . تنشط مراقبتنا لها ، ونأمل أن نتجنب الاصطدام بها .

اليوم ـ ٤٩٥ : نخرج بأمان من حزام الكويكبات الرئيسي ، ونشعر بالسعادة لأننا نجونا .

اليوم ـ ٥٧٠ : أصبح المشتري بارزا في السماء ونستطيع الآن أن نميز أدق التفاصيل أفضل من أي تلسكوب استخدم حتى الآن من الأرض .

اليوم ـ ٦١٥ : إن منظومات الطقس الهائلة وغيوم المشتري المتغيرة التي تدور أمام أعيننا في الفضاء جعلتنا كالمنومين مغناطيسيا . إنه لكوكب هائل وهو أكبر بمرتين من جميع الكواكب الأخرى مجتمعة ولا توجد فيه وديان أو جبال أو براكين أو أنهار ، وليست هناك حدود بين أرضه والهواء ، فهو مجرد محيط هائل من الغاز الكثيف والغيوم العائمة إنه عالم دون سطح . وكل شيء يمكن أن نراه على المشتري يعوم في سمائه .

اليوم ـ ٦٣٠ : يستمر الطقس في المشتري مثيرا . ويدور هذا العالم الثقيل حول

محوره في أقل من عشر ساعـات وتندفع حركـاته الجوية بتأثير سرعة دورانـه، وبضوء الشمس، والحرارة الفوارة المنطلقة من داخله.

اليوم ـ ٦٤٠ : أشكـال الغيوم متميزة ورائعة وهي تـذكرنا قليلا بلوحـة فان جوخ المسماة «الليل النجمي» أو بمؤلفات وليام بليك أو إدوارد مونش، ولكن قليلا فقط. لم يسبق لأي فنان أن رسم شيئـا كهذا لأن أحدا منهم لم يغادر كـوكبنا قط، ولم يسبق لأي رسام محصور في الأرض أن تخيل عالما بهذه الغرابة والروعة.

إننـا نرى عن قـرب الأحزمـة والعصابـات المتعددة الألـوان المحيطة بـالمشتري. العصابـات البيضاء كما يعتقد هي غيوم عـالية وربما بلورات أمـونيوية، أما الأحـزمة الضاربة إلى السمرة فهي أماكن أعمق وأكثر حرارة توجد حيث يغوص الجو والأماكن الزرقـاء هي كما يبدو ثقـوب عميقة في الغيـوم التي تغطي الكوكب ونـرى من خلالها السماء الصافية.

ولا نعـرف سبب اللـون الأحمر الضـارب إلى السمـرة للمشتري، وربما يعـزى إلى كيمياء الفوسفور أو الكبريت. وقد يعـزى أيضا إلى الجزيئات العضوية المعقدة ذات الألـوان الناصعـة التي تنتج عن تحطيـم الضوء فـوق البنفسجي القـادم من الشمس الميثان والأمونيوم والماء في جو المشتري، ومن اتحاد شظايا هذه الجزيئات ثانية بعضها بالبعض الآخـر. وفي هذه الحال فإن ألـوان المشتري تحدثنا عن الأحداث الكيميـائية التي أدت إلى نشوء الحياة على كوكب الأرض قبل أربعة مليارات من السنين.

اليوم ـ ٦٤٧ : البقعة الحمراء الكبيرة وهي عامود كبير من الغاز يرتفع فوق الغيوم المجاورة بـالغة من الضخـامة بحيث يمكنهـا استيعاب ٦ كـرات أرضية. وربما هي حمراء لأنها ترتفـع إلى مافوق الجزيئـات المعقدة التـي تتركز على عمق كبير وقـد تكون عاصفة كبيرة يبلغ عمرها مليون سنة.

اليوم ـ ٦٥٠ : يوم اللقاءات والأعاجيب وقد عبرنا أحزمة إشعاع المشتري الغادرة بنجـاح ولم تتعطل معنا سـوى أداة واحـدة خاصـة بتعيين مقـدار استقطاب الضـوء (Photo polarimeter) وقمنـا بعبـور المستـوى الحلقي دون أن نعـاني أي اصطـدام

بجزيئات وأحجام حلقات المشتري المكتشفة حديثا. وحصلنا على صور رائعة لـ «أمالثيا» (Amalthea) التي هي عالم مستطيل صغير أحمر يعيش في قلب حزام الإشعاع، وصور لقمر أيو (IO) المتعدد الألوان، وللعلامات الخطية الموجودة على القمر يوروبا، ولملامح القمر غانيميد الشبيهة ببيوت العنكبوت، وللحوض المتعدد الحلقات الكبير الموجود في القمر كاليستو، ودرنا حول القمر كاليستو ونعبر مدار جوبيتر ١٣ الذي هو أبعد الأقمار المعروفة التابعة للمشتري. نحن متجهون إلى الخارج.

اليوم ـ ٦٦٢: تشير كاشفات الجزيئات والحقول المغناطيسية الموجودة لدينا إلى أننا غادرنا أحزمة الإشعاع المحيطة بالمشتري. وقد زادت جاذبية الكوكب سرعتنا. وها نحن أخيرا نتحرر من المشتري ونبحر ثانية في بحر الفضاء.

اليوم ـ ٨٧٤: فقد الربط بين سفينتنا والنجم المعروف باسم سهيل Canopus مرشد السفن الشراعية في مجموعات النجوم. وهو نجمنا الهادي أيضا في ظلمة الفضاء لايجاد طريقنا عبر هذا الجزء غير المكتشف من المحيط الكوني: أمكن استعادة الربط بنجم سهيل، ويبدو أن أجهزة الاستشعار البصرية أخطأت نجمي الفا وبيتا سنتوري فاعتبرتهما النجم سهيل. مرفأنا التالي هو كوكب زحل الذي سنصله بعد عامين.

تركزت اهتماماتي المفضلة في كل ما وصلنا من قصص المسافرين التي أرسلتها مركبة «فواياجير» على ماتم من اكتشاف في أقرب أقمار غاليليو إلى المشتري وهو القمر أيوه (Io)[١١] كنا قبل «فوايا جير» على علم بوجود أشياء غريبة عن أيوه. واستطعنا أن نعرف القليل من ملامح سطحه، لكننا عرفنا أنه أحمر وأنه شديد الاحمرار وأكثر احمرارا من المريخ وربما أكثر الأجسام احمرارا في النظام الشمسي كله. ويبدو خلال فترة سنوات أن شيئا ما يتغير عليه ولاسيما في الضوء تحت الأحمر، أو ربما في خواص

(١١) تلفظ غالبا من قبل الأميركيين (Eye-oh) لأن هذا اللفظ هو المفضل حسب معجم أوكسفورد الإنكليزي. ولكن البريطانيين لا يراعون ذلك لأن أصل الكلمة جاء من شرق البحر الأبيض المتوسط، وهي تلفظ «أيوه» في كل أوروبا.

انعكاساته الرادارية. ونعرف أيضـا أن أنبوبا كبيرا بشكل الكعكة مصنوعا من ذرات الكبريت والصوديوم والبوتـاسيوم وهي مواد ضاعت من القمر أيـوه كان يحيط جزئيا بالمشتري في مداره.

وعندمـا اقتربت «فوايـاجير» من هذا القمر العمـلاق وجدنا فيـه سطحاً غـريباً متعدد الألوان لا يشبه أي سطح آخر في النظـام الشمسي. قمر أيوه قريب من حزام الكويكبات. ولابد أنه تعرض للصدم بوساطة الأحجار المتساقطة خلال تاريخه كله. ولابـد أيضا أن تكـون قـد تشكلت فيه حفـر اصطـدام ولكن لم يـر منها أي حفـرة. وبالتالي لابـد أنه وجدت عملية مـا على أيوه وكانت فعالـة جدا في مسح الحفر أو في ملئها. ولا يمكـن لهذه العملية أن تكـون جوية مـادام معظم جـو أيوه قـد هرب إلى الفضاء بسبب جاذبيته المنخفضة. ولا يمكن أيضا أن تكـون هذه العملية ماء جاريا لأن سطح أيوه بارد جدا. وكانت هناك أماكن قليلة تشبه ذروات البراكين ولكن كان من الصعب التأكد من ذلك.

كانت ليندا مـورابايتو وهي عضو في فريق «فوايـاجير» الملاحي المسؤول عن إبقاء هذه المركبة على مسـارها تأمر، بشكل روتيني، جهاز الكومبيـوتر لكي يحسن صورة حافة القمـر أيوه ليكشف عن النجوم خلفه. وقد دهشت إذ رأت بقعـة لامعة تظهر في الخلفية المعتمـة لسطح هذا القمر وسرعان مـا قررت أن هذه البقعة تمامـا في موقع أحـد البراكين المشكوك فيهـا. وهكذا اكتشفت المركبـة «فوايـاجير» أول بركـان نشيط خارج الكـرة الأرضية. ونحن نعـرف الآن أن هناك تسعـة براكين كبيرة تقـذف الغاز والأنقاض الصخـرية بـالإضافـة إلى مئات وربما آلاف البراكين المطفأة في قمـر أيوه. هذه الأنقـاض الصخرية تتـدفق نحو الأسفل على سفـوح الجبال البركانيـة، مقنطرة بنفثات هائلة فوق المشاهد الطبيعية المتعددة الألوان وهي أكثر من كافية لتغطية حفر الاصطدام، إننـا ننظر إلى مشـاهد كـوكبية طبيعيـة حية حيث يبرز سطح جـديد إلى الوجود. أي إحساس رائع كان سيساور غاليليو وهوغنز لو شاهدا ذلك؟

جـرى التنبؤ ببراكين أيـوه قبل اكتشافهـا من قبل سـتـانتون بيل ومعـاونيه الـذين حسبوا عمليات المد والجزر التي تحدث في القسم الداخلي الصلب لقمر أيوه بوساطة

تأثيرات المد المشتركة للقمر يوروبا المجاور له، ولكوكب المشتري العملاق. ووجدوا أن الصخور داخل أيوه كان ينبغي أن تذوب ليس بسبب النشاط الإشعاعي بل بوساطة عمليات المد والجزر، وأن نسبة كبيرة من داخل أيوه يجب أن تكون سائلة ويبدو من المحتمل الآن أن براكين أيوه تبذل محيطات من الكبريت السائل تحت أرضه ذائبة ومركزة قرب السطح. وعندما يسخن الكبريت الصلب إلى أكثر قليلا من درجة الغليان حتى ١١٥ درجة مئوية تقريبا، فإنه يذوب ويتغير لونه وبعمق كلما ازدادت درجة الحرارة. وإذا برد الكبريت الذائب بسرعة فإنه يستعيد لونه: وتماثل كثيرا أنماط الألوان التي نراها على أيوه مايمكن توقعه إذا تدفقت أنهار وسيول وألواح الكبريت الذائب من فوهات البراكين. ويكون الكبريت الأسود وهو الأكثر حرارة قرب قمة البركان وعلى مقربة منه الكبريت الأحمر والبرتقالي بما فيه أنهاره والسهول العظيمة مغطاة إلى مسافات أبعد بالكبريت الأصفر ويتغير سطح أيوه حسب جدول زمني شهري، لذا فإن خرائطه ينبغي أن تصدر دوريا شأنها شأن تقارير الأحوال الجوية في الكرة الأرضية وعلى مستكشفي قمر أيوه في المستقبل أن يفطنوا إلى ذلك.

اكتشفت مركبة «فوياجير» أن الجو الرقيق جدا لقمر أيوه مؤلف بصورة رئيسة من ثاني أوكسيد الكبريت SO_2 ولكن هذا الجو الرقيق يمكنه أن يخدم غرضاً مفيداً لأنه قد يكون ثخينا بما يكفي لحماية سطحه من الجزيئات المشحونة الكثيفة في حزام المشتري الإشعاعي الذي يطوق هذا القمر. وفي الليل تنخفض درجة الحرارة إلى حد يجعل ثاني أوكسيد الكبريت يتكثف إلى نوع من الصقيع الأبيض، وعندئذ تقوم الجزيئات المشحونة بتدمير السطح، ولعله سيكون من الحكمة قضاء الليل على عمق قليل من تحت السطح.

ترتفع ذؤابات البراكين الكبيرة في أيوه إلى أماكن عالية جدا تصبح معها قريبا من قذف ذراتها مباشرة في الفضاء المحيط بالمشتري. وربما تكون هذه البراكين المصدر المحتمل لحلقة الذرات الكبيرة التي تأخذ شكل الكعكة وتحيط كوكب المشتري في موقع مدار قمر أيوه. ولابد لهذه الذرات التي تتحرك حلزونيا بالتدريج نحو كوكب

المشتري أن تغلف القمر الداخلي أماليثيا وربما هي المسؤولة عن لونه الضارب للحمرة. بل من المحتمل أن المواد الغازية المندفعة من القمر أيوه تسهم بعد اصطدامات وتكثفات عدة في تكوين النظام الحلقي حول المشتري.

يصعب كثيرا تخيل إمكان وجود بشر على كوكب المشتري ذاته بالرغم من أني افترض أن وجود مدن بشكل بالونات كبيرة تعوم باستمرار في جوه، هو احتمال تكنولوجي وارد في المستقبل البعيد وحسبما يرى الجوانب القريبة لقمر أيوه أو يوروبا فإن هذا العالم الهائل والمتغير يملأ جزءاً كبيراً من السماء معلقاً وحده لا يطلع ولا يغيب لأن كل قمر في النظام الشمسي يحافظ على وجه دائم لكوكبه ــ مثل ما يفعل قمرنا مع الأرض.

وسيظل كوكب المشتري مصدرا للتحدي والإثارة الدائمين للمستكشفين البشر لأقماره.

عندما تكثف النظام الشمسي من الغاز والغبار الموجودين بين النجوم حصل كوكب المشتري على أغلب المواد التي لم تقذف خارجا إلى الفضاء بين النجوم ولم تسقط إلى الداخل لتكون الشمس ذاتها ولو كان المشتري أكبر مما هو عليه الآن ببضع عشرات المرات لتعرضت المادة الموجودة في داخله لتفاعلات حرارية نووية ولبدأ يشع بضوئه الخاص على غرار ماتفعل الشمس. إن أكبر الكواكب في نظامنا الشمسي هو نجم فاشل. ومع ذلك فإن درجات الحرارة في داخله هي عالية بما يكفي لاطلاق طاقة تزيد مرتين تقريبا عما يتلقاه هذا الكوكب من الشمس. وفي الجزء تحت الأحمر من الطيف. يمكن حتى أن يكون صحيحا أن نعتبر المشتري نجما. ولو كان هذا الكوكب قد تحول إلى نجم ذي ضوء مرئي لكنا نعيش الآن في نظام ثنائي أو مزدوج الشموس تظهر فيه شمسان في سمائنا ويصبح الليل نادرا. وهذا كما اعتقد أمر مألوف بوجود عدد لا يحصى من الأنظمة الشمسية عبر مجرة درب اللبانة، وليس ثمة شك في أننا نرى في هذه الظاهرة أمرا طبيعيا ومحببا.

عميقاً تحت غيوم المشتري يشكل وزن طبقات الجو الدنيا ضغوطا أكبر بكثير مما هو موجود على كرتنا الأرضية وتكون هذه الضغوط كبيرة لدرجة تنفك معها

الإلكترونـات عن ذرات الهيدروجين وتنتـج عنها مـادة غير عـادية هي الهيـدروجين المعدني السائل وهي حالة فيزيـائية لم تلاحظ قطعاً في المختبرات الأرضية لأن الضغط اللازم لـذلك لم يتحقق أبدا على الأرض وهناك بعض الأمل في أن يكـون الهيدروجين المعدني ناقـلا فائق الإيصال في درجات الحرارة العـادية وإذا أمكن صنعه على الأرض فسـوف يؤدي إلى ثـورة في الإلكترونيات). وفي داخل المشتري حيث يكـون الضغط أكبر بمليون مرة من الضغط الجوي على سطح الكرة الأرضية لا يوجد تقريبا أي شيء سوى محيط عظيـم دامس يصطخب بالهيـدروجين المعدني ولكن يمكن أن تـوجد في قلب المشتري كتلة من الصخور والحديد، على غرار مـاهو موجود في الأرض، مخبوءة إلى الأبـــد في ملزمـــة ضغــط في مركــز هـذا الكوكـــب الأكبـر بيـن كواكــب نظامنـا الشمسي.

ويمكن أن تكـون التيـارات الكهربـائيــة في القسم الـداخلي المعـدني السـائل للمشتري مصدر الحقل المغناطيسي الهائل لهذا الكوكب وهـو أكبر حقل من نوعه في النظام الشمسي، ومصـدرا أيضا لحزام الإلكترونيـات والبروتونـات المحيطة بـه هذه الجزيئات المشحـونة تحملهـا من الشمس الريح الشمسيـة فيأسرها ويسرعهـا الحقل المغنـاطيسي للمشتري. أعـداد كبيرة منها تسجـن بعيداً فـوق الغيـوم ويحكم عليهـا بـالقفز مـن قطب إلى آخر حتى تلتقـي مصادفـة ببعض الجزيئـات الجويـة العاليـة الارتفاع وتزاح من حـزام الإشعاع ويتحرك قمر أيوه في مـدار قريب جداً من المشتري لدرجـة يحدث فيها في وسط هـذا الإشعاع الكثيـف مشكلا شلالات مـن الجزيئات المشحونة التـي تولد بدورهـا انفجارات قوية من الطـاقة الراديويـة (يمكنها أيضا أن تؤثـر في النشاطات البركـانية على سطح قمـر أيوه). ومن الممكن التنبؤ بـانفجارات الطاقة الـراديوية هذه في كوكب المشتري بشكل أدق من التنبؤ بـالأحوال الجوية على الكرة الأرضية، وذلك من خلال حساب وضع القمر أيوه على مداره.

وكــان قـد اكتشف أن المشتري مصـدر للبـث الـراديـوي مصـادفـة، في أعـوام الخمسينات في الأيـام الأولى لعلم الفلك الـراديوي كـان شابـان أميركيان هما بـرنارد بورك، وكينيث فرانكلين، يفحصـان السماء بوساطة تلسكوب راديـوي صنع حديثا

وكان يعد حساساً جداً في ذلك الوقت. كانـا يفتشان عن الخلفية الراديوية الكونية، وهي المصادر الراديوية الموجودة بعيـدا عن نظامنا الشمسي. ودهشا إذ وجدا مصدراً قـوياً وغير معـروف سـابقا بـدا أنـه لا يتوافق مـع أي نجم معروف أو مع أي غيمـة سديمية أو مجرة والأهم من ذلك أن هذا المصدر كان يتحرك بالتدريج تبعاً إلى النجوم البعيدة، وبسرعة أكبر بكثير من سرعة أي جسم بعيد(١٢) وعندما لم يجدا أي تفسير محتمل لكل ذلك في مخططاتها الخاصة بالكون البعيد خـرجا يوما ما من المرصد ونظرا إلى السماء بالعين المجردة ليريا ما إذا كان أي شيء مهم مـوجودا هناك، وذهلا عندما لاحظا وجود جسم لامع جدا في المكان المحدد، وسرعان ماعرفا أنه كوكب المشتري، هذا الاكتشاف العرضي ليس غريبا تماما في تاريخ العلم.

كنت أرى كل صبـاح، قبل التقـاء «فوايـاجير ـ ١» بالمشتري، هـذا الكـوكب العملاق يتـلألأ في السماء وهو مشهـد كان مصـدر متعة وإعجـاب لأجدادنـا لفترة مليون سنة وفي مساء اللقاء وبينما كنت في طريقي إلى دراسة معطيات «فواياجير» التي تصل إلى مخبر «جت بـروبولشن» (JPL) فكرت أن المشتري لن يكـون أبدا كما كان في السابق مجرد نقطة مضيئة في سماء الليل، ولكنه سيكون وإلى الأبد، ذلك المكان الذي يجب أن يستكشف ويعـرف، ويعتبر المشتري وأقماره نوعـا من نظام شمسي مصغـر لعوالم متنوعة ومتقنة يمكن أن نتعلم منها أشياء كثيرة.

إن زحل يشبه المشتري في بنيته وفي نواح كثيرة أخرى بـالرغم من أنه أصغر حجماً منه. ويعرض زحل إذ يـدور مرة كل عشر ساعات طـوقا استوائيا ملـوناً ولكنه ليس بـارزاً كما في المشتري. ولـزحل حقل مغنـاطيسي وحـزام اشعـاع أضعف أيضـاً من مثيليهما في المشتري، كما توجد حولـه مجموعة من الحلقات الدائريـة، أكثر فتنة وهو أيضا محاط باثني عشر قمرا أو أكثر.

يبدو أن تيتان هو أهـم أقمار زحل وهو أكبر قمر في النظام الشمسي كله، والوحيد الذي يوجد فيه جو ملموس. وقبل التقاء مركبة «فوايا جير ـ ١» بالقمر تيتان في شهر

---

(١٢) لأن سرعة الضوء محدودة.

تشرين الثاني من عـام ١٩٨٠ كانت معلـوماتنا عنـه قليلة وتتسم بالغمـوض . وكان الغاز الوحيـد الذي عرف أنه مـوجود فيه بشكل حاسـم هو الميثان (CH_4) الــذي اكتشفه ج . ب كيبر، فـالضوء فوق البنفسجي الصـادر عن الشمس يحول الميثان إلى جزيئـات هيدروكـربونيـة أكثر تعقيـدا وإلى غاز الهيـدروجين ويمكن أن تبقى المواد الهيـدروكـربـونيــة أكثــر تعقيـدا وإلى غــاز الهيـدروجين ويمكن أن تبقى المواد الهيدروكـربونية على القمر تيتـان مغطية سطحه بترسبات عضـوية قطرانية مـائلة إلى السمرة تشبه إلى حد مـا تلك المادة المنتجة في التجارب على أصل الحياة على الأرض . أما غاز الهيدروجين الخفيف الوزن فيجب أن يهرب بسرعة إلى الفضاء بسبب الجاذبية الضعيفة لتيتان، وذلك خلال عمليـة شديدة العنف تسمى «التصريف» Blowoff والتي يجب أن تحمل الميثـان والمكونات الجويـة الأخرى معـه ، ولكن يوجـد في تيتان ضغط جـوي مسـاو على الأقل للضغط الجوي في كـوكب المريخ ولايبدو أن ظـاهـرة التصريف تحدث . وربما يوجـد هناك مكـون جوي أسـاسي لكنه غير مكتشف حتى الآن كـالآزوت على سبيل المثـال يحافظ على الـوزن الجزيئي الوسطـي للجو عـاليـا ، ويمنع «التصريف» وربما يحدث «التصريف» لكن الغـازات التي تضيع في الفضـاء تعـــوض بـغازات أخرى منبعثة من داخل القمر . وأن الكثافة النوعية للقمر تيتان منخفضـة جدا لـدرجة تحتم وجـود كميـات كبيرة من الماء والمواد المتجمدة الأخرى بضمنها الميثان ربما والتي تنطلق إلى السطح بنسب كبيرة بسبب الحرارة الداخلية .

وعندمـا ندقق في القمـر تيتان بـوساطـة التلسكوب ، نستطيع رؤيـة قرص أحمر ضارب لونه إلى الحمرة لا يكاد يرى ، وتحدث بعض المراقبين الفلكيين عن وجود غيوم بيضاء غير ثـابتة فوق هذا القـرص والتي يحتمل جدا أن تكون غيوم بلـورات الميثان . ولكن ماهو السبب في اللون الضارب إلى الحمرة؟

يتفق أغلب دارسي تيتان على أن الجزيئات العضـوية المعقدة هي التفسير الأكثر احتمالا أما درجة حـرارة السطح وثخانة الجو فلا تزالان موضع نقـاش . وكانت هناك بعض المؤشرات إلى ازدياد درجة حرارة السطح بسبب تأثير الظاهرة المعروفة بـ [البيت الزجاجي] . ويبدو تيتان مع وفرة الجزيئـات العضوية على سطحه وفي جوه ، ساكناً

متميـزاً وفريـداً في النظـام الشمـسي. ويظهر تـاريخ رحـلاتنـا الاستكشافيـة أن مـركبات «فـوايـاجير» وبعثات الاستطـلاع الفضائيـة الأخـرى سوف تُحدث ثـورة في معرفتنا لهذا المكان.

يمكنك أن تلمح عبر ثغـرة في غيوم تيتان، كـوكب زحل وحلقاتـه، التي ينتشر لونها الأصفـر الشاحب في جـو الكواكب. وبما أن منظـومة زحل تبعـد عن الشمس مسافة تزيد عشر مـرات على بعد الأرض عن الشمس، فإن ضوء الشمس على تيتان هو أضعف بمئة مـرة من الضوء الذي تعرفـه على الأرض، ودرجات الحرارة على هذا القمـر يجب أن تكون أقل بكثير من درجـة تجمـد الماء، حتى مع الأخـذ بالاعتبـار، التأثير الكبير لظـاهرة البيت الـزجـاجي في الجو. ولكن لا يمكن مع وجود كميـات كبيرة من المادة العضويـة وضوء الشمس، وربما البقع البركانية الحارة استبعـاد إمكان وجود الحياة على هـذا القمر[١٣] وفي هذه البيئة المختلفة جـداً فإن الحياة إن وجدت ستكون بالتأكيد مختلفة جدا عن الحيـاة على الأرض. وليس هناك دليل قوي يؤكد أو ينفي وجـود الحياة على تيتان. انـه احتمال فحسب. ولا يمكننا أن نقـرر الجواب عن هذا السؤال، دون إنزال مركبات فضائية مجهزة على سطح تيتان.

لكي نفحص الـرقـائق المنفصلة التي تتألف منهـا حلقـات زحل يجب أن نقترب منها كثيراً لأنها صغيرة فهي كرات ثلج وشرائح جليـدية وأنهار جليدية مقزمـة لا تزيد

(١٣) وجهـة نظر هـوغنز الـذي اكتشف تيتـان في عام ١٦٥٥ كـانت كما يلي: هل يمكن الآن لأي شخص أن ينظر إلى منظـومتي (المشتري وزحل) ويقارنهما دون أن يـدهش بالاتسـاع الكبير جدا لهذين الكـوكبين وكائنـاتهما النبيلـة، مع الحجم الصغير المثير للشفقـة لكوكبنـا الأرضي؟ أو هل يمكن للناس أن يحملوا أنفسهم على التفكير بأن الخالق الحكيـم وزع كل حيواناته ونباتـاته هنـا، وقام فقط بتجهيز هذه البقعة وزخرفتها، وتـرك كل تلك العوالم جرداء وخالية من السكان الذين يمكن أن يحبوه ويعبـدوه، أم أن كل تلك الأجرام المذهلة صنعت لكي تـومض فقط وتدرس من قبل عدد قليل من الناس البسطاء مثلنا؟ وبما أن زحل يـدور حول الشمس مرة كل ثلاثين سنة، فإن مدة الفصـول فيه وفي أقماره هي أطول بكثير مماهي عليـه عندنا. وكتـب هوغنـز عن السكان المفترضين في أقمار زحل مايلي: «يستحيل أن تكون طريقة عيشهم غير مختلفة كثيرا عن طريقتنا، مادامت شتاءاتهم مملة إلى هذا الحد».

أبعادهـا على المتر الواحـد تقريبـا . ونحن نعرف أنها مـؤلفة مـن الجليد المائي، لأن الخواص الطيفيـة لضـوء الشمس المنعكـس على الحلقـات يماثل الخواص الطيفيـة للجليد في القياسات المخبرية . ولكي نقترب من الرقائق بـوساطة مركبة فضائية يجب علينـا أن نبطىء سرعتنا بحيث نتحـرك معهـا في دورانها حول زحل بسرعـة ٤٥ ألف ميل في الساعة أي يجب أن ندور في مدار حـول زحل بنفس سرعة الجزيئات. عندئذ فقط يمكننا أن نرى هذه الرقائق منفردة، وليس كشعاعات .

لماذا لا يوجد تـابع كبير واحد بدلاً عن منظومة حلقية حـول زحل؟ وتزداد سرعة الرقـائق الحلقية حول الكـوكب بمقدار اقترابها منه (وتزداد بـالتالي سرعة «سقـوطها» حول الكوكب حسب القانون الثالث لكبلر) وتندفع الرقائق الداخلية متخطية الرقائق الخارجية (يـوجد «ممـر العبور» حسبما نراه دائما إلى اليسـار) . ومع أن المجموعـة كلها تشق طريقهـا حول الكـوكب ذاته بسرعـة ٢٠ كيلومترا في الثانيـة تقريبـا فإن السرعة «النسبية» لرقيقتين متجاورتين بطيئة جداً ولا تـزيد على بضعة سنتمترات في الدقيقة . وبسبب هـذه الحركـة النسبيـة، لا يمكن للرقـائق أن تلتصق معـا بفعل جـاذبيتهـا المتبـادلة . فما أن تحاول هـذه الرقـائق أن تلتصق إحـداها بـالأخـرى، حتى تبعدهـا سرعـاتها المدارية المختلفـة قليلا . ولـو لم تكن الحلقـات على هذا القـرب الكبير من زحل، لما كان هذا التأثير على هذه الدرجة من القوة ولما استطاعت الرقائق أن تتجمع وتكون كرات ثلجية صغيرة وتتنامى في نهايـة المطاف لتصبح توابع أي أقمارا. وهكذا فربما ليست مصـادفة أن توجـد خارج حلقات زحل منظـومة أقمار تختلف في الحجم من بضع مئـات الكيلومترات إلى تيتـان ذاته القمـر العملاق الـذي يساوي حجمـه حجم كوكب المريخ تقريبـا . وربما تكون المادة في جميع الأقمار وفي الكواكب ذاتها قد توزعـت أصـلا بشـكل حلقـات تكثفـت وتراكمـت لتشكل الأقمار والكواكب الحالية .

أما بالنسبة لزحل والمشتري، فإن الحقل المغناطيسي في كل منهما يأسر الجسيمات المشحونة في الريح الشمسية ويسرّعها . وعندما تقفز جسيمة مشحونة من أحد قطبي الحقل المغنـاطيسي إلى الآخـر يجب أن تعبر السهل الاستوائي لـزحل . وإذا وجـدت

رقيقة حلقية في هـذا الطريق، فإن البروتون أو الإلكترون يمتص بوساطـة هذه الكرة الثلجية الصغيرة. ونتيجـة لذلك وفيما يتعلق بـالكوكبين كليهما، فإن الحلقـات تفرغ أحزمـة الإشعاع الموجودة داخلها وخـارج رقائق الحلقات فقط. وكـذلك فإن القمر القريب من المشتري أو زحـل سوف يلتهـم جسيمات حـزام الإشعــاع. وفي الواقع فإن واحـداً من الأقمار الجديدة لزحــل، كـان قد اكتشف بهذه الطـريقـة. فالمركبـة «بيـونير ١١» وجدت ثغـرة غير متـوقعة في أحـزمـة الإشعاع، نجمت عن اكتسـاح الجسيمات المشحونة بوساطة قمر مجهول سابقاً.

تتسلل الـريح الشمسية إلى النظام الشمسي الخارجـي إلى مسافة أبعـد بكثير من مدار زحل. وعندما تصل «فواياجير» إلى كـوكب أورانوس ومداري نبتون وبلوتو فإن معداتها ستشعر بالتأكيد إذا كانت لاتزال عاملة بالريح الشمسية بين العوالم، وبأعلى جو الشمس المنـدفع إلى الخارج نحو مملكة النجوم. وعلى مسافـة تساوي ضعفي أو ثـلاثة أضعـاف بعـد الشمس عن بلوتـو، يصبح ضغط البروتـونات والإلكترونـات الموجـودة بين النجـوم أكبر من الضغط الصغير جـداً النـاجم عن الـريح الشمسيـة ويعرف ذلك المكان بـ «منطقة توقف تـأثير الشمس»، وهو أحد التعريفات للحدود الخارجية لإمبراطـورية الشمس. لكن مركبـة «فواياجير» سـوف تتابع طريقهـا مخترقة منطقة تـوقف تأثير الشمس في وقت ما في منتصف القرن الحادي والعشرين منـدفعة عبر محيط الفضاء، ولن تـدخل أبدا نظامـا شمسيا آخر بل هي معـدة للتجوال عبر الأبدية بعيـدا عن الجزر النجمية ولإكمال رحلتها الفضائيـة الأولى، إلى المركز الكثيف لمجرة درب اللبـانة بعد بضع مئات مـلايين السنين من الآن. وهكذا نكون قد بـدأنا رحلاتنا الملحمية.

الفصل السادس

السفر في المكان والزمان

صعود الأمـواج وهبوطها نـاجمان جزئيـا عن المد والجزر. ومع أن القمر والشمس بعيـدان جـدا ، فإن تأثير جاذبيتهما حقيقـي وملحوظ هنـا على الأرض. والشـاطىء يذكـرنا بـالفضاء. فحبات رمـاله الناعمـة المتشابهة جميعهـا قليلا أو كثيرا في الحجم كانت قد نتجت من صخور أكبر عبر عصـور من الاحتكاك والاصطدام، والتآكل، والتعـريـة وهـي كلهـا عمليـات نجمت أيضـا عن الأمـواج والطقس بتأثير القمـر والشمس البعيدين. ان الشاطىء يـذكرنا هو الآخر بالزمـن. فالعالم أكبر عمرا بكثير من الجنس البشري.

تحتوي حفنة من الرمل على نحو عشرة آلاف حبة أي أكثر من عدد النجوم الذي نستطيع رؤيته بـالعين المجردة في ليل صافي الأديم. ولكن عدد النجـوم التي يمكننا رؤيتها ليست سوى أصغر جزء من عدد النجوم الموجودة فعلا. ومانراه ليلا هو مجرد عدد قليل متناثر من أقرب النجوم إلينا، في حين أن الكون غني دون حدود. فالعدد الإجمـالي للنجـوم فيـه هـو أكبـر مـن كل حـبات الرمـل في شـواطىء كوكـب الأرض كلها.

وبالرغم من جهود الفلكيين والمنجمين القـدامى الهادفة إلى رسم صور للسماوات فإن كوكبـة النجوم ليست سـوى تجميع اعتباطي للنجوم مـؤلف من نجوم خـافتة في حقيقتها وتبدو لنا لامعـة لأنها قريبة ومن نجوم أشد لمعانـا في حقيقتها وأكثر بعدا إلى حد ما. جميع الأماكن على الأرض هي إلى حد بعيد على نفس المسافة من أي نجم في السماء. وهذا هو السبب الذي يجعل تشكيلة النجـوم في كوكبة معينة لا تتغير عندما

نتحـرك، على سـبيل المثـال من آسـيا الوسـطى السوفيـيتية إلى الغـرب الأوسـط الأميركي.

ومن الناحية الفلكيـة فإن الاتحاد السوفييتي والولايات المتحـدة هما مكان واحد. والنجوم في أي كوكبة جميعها بعيدة جدا إلى حد أننا لا يمكن أن نتعرف إليها كأشكال ثلاثية الأبعـاد ما دمنا مشدودين إلى الأرض. ويبلغ البعـد الوسطي بين النجوم بضع سنوات ضوئية والسنـة الضوئية تساوي، كما ذكرنا نحو عشرة تـريليونات (التريليون هو ألف مليار) كيلومتر. ولكي تتغير أشكال كوكبات النجوم يجب أن نقطع مسافات أكبر من تلك التي تفصل بين النجـوم. أي يجب أن نسـافـر إلى مسـافـات تقـاس بالسـنوات الضوئيـة. عنـدئذ سوف تبـدو بعض النجـوم القـريبـة كأنها تخرج من كوكبـة النجـوم بينما تـدخل نجوم أخرى إليهـا، وبالتالي فإن شكلهـا سوف يتغير تغيرا دراماتيكيا.

تكنولوجيتنا لاتزال حتى الآن عاجـزة تماما عن جعلنا نسافر في رحلات كبيرة بين النجوم على الأقل في المستقبل المنظور. ولكن أجهـزة الكومبيوتر يمكن أن تبرمج على الأوضاع الثلاثية الابعاد للنجوم القريبة كلها، ويمكننا عندئذ أن نطلب إليها أخذنا في رحلة صغيرة أو جـولة حـول مجموعـة النجوم الـلامعة التي تشكـل الدب الأكبر، لنقـوم على سبيل المثال بمـراقبة التغير في هـذه الكوكبـة. ثم نصل ما بين النجـوم في كوكبـة نموذجيـة عن طريق الـرسم المعتاد في وصل النقـاط بين المواضع السماوية.. وعندما نغير منظورنا نرى أن أشكالها الواضحة تتشوه بشكل حاد. وهكذا فإن سكان كـواكب النجـوم البعيدة يشـاهـدون كـوكبـات في سماوات لياليهم مختلفـة تمامـا عما نشـاهده نحـن كما يحدث في اختبارات «رودشـاخ» لتحـديد الشخصيـة عن طـريق تفسير أشكال بقع أكبر. وربما يحدث في وقت مـا في القرون القليلة القادمـة أن تسافر مركبـة فضائيـة من الأرض وتقطع هذه المسـافات الشاسعـة بسرعة كبيرة جـدا وترى كوكبات جديدة من النجوم التي لم يرها أحد من قبل، الا بوساطة الكمبيوتر.

لايتغير مظهر كوكبات النجوم في المكـان فحسب بل يتغير في الزمان أيضاً: ليس فقط إذا غيرنا وضعنا بل إذا انتظرنا وقتا طويلا كافيا أيضا. وفي بعض الأحيان تتحرك

النجوم معـا ضمن مجموعـات أو عناقيـد، وفي أحيان أخرى يمكـن لنجم منفرد أن يتحرك بسرعة كبيرة إذا ما قورن بسرعات نجوم أخرى مجاورة له.

وواضح أن مثل هـذه النجوم تترك مجمـوعـاتها القديمـة وتـدخل إلى مجموعـات جديـدة. وفي بعض الحالات ينفجر نجم واحد مـن منظومة مـؤلفة من نجمين فقط فتكسر ارتباطات الجاذبية التي تربط فيما بينهما ويقفز النجم الآخر إلى الفضاء ويأخذ سرعتـه المداريـة السابقـة كـالحجـر المنطلق من المقـلاع في السماء وفضـلا عن ذلك فالنجوم تـولد والنجوم تنمو والنجوم تموت. وإذا مـا انتظرنا طويلا بما فيـه الكفاية، فإن نجوما جديدة تولد ونجـوما قديمة تختفي، وهكذا فإن الأشكال في السماء تذوب ببطء وتتغير.

وحتى خلال الفترة التي عاشها الجنس البشري على الأرض والبالغة بضعة ملايين من السنين، فإن مجموعـات النجوم تغيرت. وإذا أخذنا بالاعتبـار المظهر أو الشكل المرئي للدب الأكبر فإن الكمبيـوتر يستطيع أن يحملنا عبر الزمـان والمكان. واذ نعود مع الدب الأكبر إلى الماضي ونسمح بحركة نجومـه، فإننا نجد مظهراً أو شكلاً مختلفا له قبل مليون سنـة. فقد كان يبدو آنذاك ممـاثلا تقريبا للـرمح. وهكذا فإذا أخذتك ماكنـة الزمن عائدة بك إلى عصر مـا في الماضي البعيد فإنك تستطيع مبـدئيا أن تحدد الفتـرة الزمنيـة لهذا العصر السـاحق بـوساطـة شكل النجوم ولـو كان الـدب الأكبر بشكل الرمح لوجب أن يكون هـذا الزمن في العصر البليستوسيني الأوسط (Middle Pleistocene) يمكننا أيضا أن نسـأل الكمبيوتر أن يعطينا شكل مجمـوعات النجوم في المستقبل فلنأخـذ على سبيل المثـال كوكبـة نجـوم الأسـد أو مايعـرف ببرج الأسـد والبروج ١٢ كـوكبـة تبـدو مغطيـة السماء في الممـر السنـوي الظـاهـر للشمس عبر السموات. وإن جذر كلمة البروج (زودي Zodiac). وهو (Zoo) أي الحيوانات، لأن كوكبـات البروج ترى إلى حـد بعيد مثل الحيـوانات. وبعـد مليون سنـة من الآن سيكـون برج الأسـد أقل شبها بـالأسـد مما هـو عليه الآن. وربما سيسميـه أحفادنـا البعيـدون كوكبـة التلسكوب الـراديـوي مع أني أظن أن هذا التلسكـوب ذاته سـوف يصبح منسيا آنذاك، على غرار ماهو عليه الرمح الحجري الآن.

أمـا كـوكبة الجوزاء أو الصيـاد (غير حيـوانيـة)، فهي تأخذ شكل أربعـة نجـوم ويتقاطع هـذا الشكل مع خط منحرف من ثـلاثة نجـوم تمثل حزام الصيـاد. وهناك ثلاثة نجوم قليلة الإضاءة تبدو معلقة بالحزام، وتمثل حسب اختبار الاسقاط الفلكي التقليدي سيف الصياد. والنجم الـوسطى في السيف ليس نجماً في الحقيقة بل غيمة غاز كبيرة تعـرف بسديم أوريـون (الجوزاء) وتولـد فيها النجـوم. إن الكثير من نجوم الجوزاء حارة وفتية، وتتطـور بسرعة منهية حياتها بـانفجارات كونية كبيرة جـدا تعرف بالنجم المستعر الأعظم (سوبر نـوفا). وهي تولد وتموت في فترات زمنية تبلغ عشرات ملايين السنين. ولـو استخدمنا الكـومبيوتـر لمعرفة مستقبل الجوزاء، فسنـرى مظهراً مـرعبا، ولادات ووفيـات مثيرة لعـدد كبير من نجومهـا وهي تـومض وتنطفىء مثل حشرات الحباحب المضيئة في الليل.

يضم الجوار الشمسي أو الضاحيـة الأقرب إلى الشمس في الفضاء أقرب منظـومة نجمية تعرف بـالفا سنتوري (Alpha - Centauri) وهي في الواقع مـؤلفة من ثلاث منظـومـات، منهـا نجمان يـدور كل منهما حـول الآخـر ونجم ثـالث هـو بـروكسيما سنتوري، يدور حول الاثنين على مسافة ملائمة. ويكون هذا النجم في بعض المواقع على مداره أقرب مايمكن إلى شمسنا ومن هنا جاء اسمه بروكسيما Proxima ويعني الأدنى. ومعظم النجـوم في السماء هي أعضـاء في منظـومـات مزدوجـة أو متعـددة النجوم. وتمثل شمسنا الوحيدة نوعا من الشذوذ في ذلك.

أما النجم الثاني الأكثـر لمعانا في كوكبـة اندروميدا فهو بيتا انـدروميداي، ويبعد خمسا وسبعين سنة ضوئية. والضوء الـذي نرى به هذا النجم الآن أمضى ٧٥ سنة في رحلته الطويلة عبر ظلمة الفضاء الفـاصل بين النجوم إلى الأرض ولو كان هذا النجم قد انفجر البارحة فلن نعرف بما حـدث له إلا بعد ٧٥ سنة لأن هذه المعلومات المثيرة التي تنتقل بسرعة الضوء ستحتاج إلى ٧٥ سنة لاجتيـاز المسافات الهائلة بين النجوم. والضوء الذي رأينـا به هذا النجم في عام ١٩٨٠ كـان قد انطلق عندمـا كان الشاب ألبرت انشتاين يعمل كاتبـاً في مؤسسة سويسريـة، وكان قد نشر توا نظـريته الخاصة عن النسبية التي اعتبرت مطلع عهد جديد من عهود التاريخ هنا على الأرض.

إن المكان والـزمان متـداخلان فيما بينهما . ولا يمكننـا أن نطل على المكان أمـامنا دون أن نلتفت إلى الـزمان خلفنـا . والضوء يتحرك بسرعـة كبيرة ، ولكن المكـان فارغ جدا والنجوم متباعـدة جدا . والمسافات البالغة ٧٥ سنـة ضوئية أو أقل هي صغيرة جدا، إذا ما قورنـت بالمسافات الأخرى في الفلك . فالمسافـة بين الشمس ومركز مجرة درب اللبانة هي ٣٠ ألف سنـة ضوئية . والمسافة بين مجرتنا وأقـرب مجرة حلزونية وهي «م-٣١» الموجودة أيضـا في كوكبة نجـوم اندروميدا هـي مليونا سنـة ضوئية وعنـدما انطلق الضوء الـذي نراه الآن من «م - ٣١» بـاتجاه الأرض لم تكن الكائنـات البشرية الحالية قد وجدت في كوكبنا مع أن أجدادنا كانوا يتطورون» بسرعة إلى شكلنا الحالي . أما المسافـة من كوكب الأرض إلى أغلب الكوازارات Quasars البعيدة فهـي ثمانية أو عشرة مليارات سنة ضوئية . ونحن نراهـا اليوم كما كانت قبل تشكل كوكبنا الأرضي ، وحتى قبل تشكل مجرتنا المعروفة بدرب اللبنانة .

ليس هذا الوضع مقتصرا على الأجرام الفلكية ، ولكن هذه الأجرام هي من البعد بحيث تصبح سرعـة الضـوء المحدودة مهمـة . وإذا كنت أنت تنظـر إلى صـديقتك الموجـودة على مسافـة ثلاثـة أمتـار في الطـرف الآخـر من الغرفـة فـانت لا تراها كما هـي الآن، وانمـا قبـل زمـن هـو جـزء من مئـة مليـون جـزء من الثانيـة أي :[(٣م) (٣X١٠^{٨}م/ ثانية)= ١/ (١٠^{٨}/ ثانية)= ١٠$^{-٨}$ثانية . أو جزء من مئة من الميكرو ثانيـة . وفي هـذا الحسـاب قمنا فقط بتقسيم المسافة على السرعـة لنحصل على الزمن] .

ولكن الفـرق بين صديقتك الآن وصـديقتك قبل جـزء من مئـة مليون جـزء من الثـانيـة هـو من الضـآلة بحيـث لايمكن مـلاحظته وفي المقـابل فعنـدمـا ننظـر إلى الكوازار[1] الذي يبعد ثمانية مليارات سنة ضوئية تكون الحقيقة المتمثلة في أننا نراه كما كان قبـل ثمانية مليارات سنـة ، مهمة جـدا . (على سبيل المثال ، هنـاك من يظن أن الكوازارات هي أحـداث متفجرة ولا يحتمل ان تحدث الا في بداية تـاريخ المجرات .

(١) الكوازار : هو جرم سماوي غامض يطلق في الثانية الواحدة طاقة تعادل ما تطلقه شمسنا خلال عشرة آلاف سنة ـ المترجم .

وفي هذه الحال فكلما ابتعدت المجرة استطعنا رؤيتها في زمن أكثر إمعانا في القدم من تاريخنا، وبالتالي يزداد احتمال رؤيتنا لها ككوازار لا كمجرة. وفي الواقع فإن عدد الكوازارات يزداد عندما ننظر إلى مسافات تزيد على نحو خمسة مليارات سنة ضوئية)

إن مركبتي الفضاء «فواياجير -١» «وفوا ياجير-٢» اللتين تسيران بين النجوم، هما أسرع المركبات التي اطلقت حتى الآن من الأرض، وهما تتحركان الآن بسرعة تساوي جزءا من عشرة آلاف جزء من سرعة الضوء. وسوف تحتاجان إلى ٤٠ ألف سنة لتصلا إلى أقرب نجم. فهل لدينا أمل في مغادرة الأرض وقطع المسافات الواسعة ولو إلى بروكسيما ستتوري، في فترات زمنية ملائمة؟، وهل يمكننا الاقتراب من سرعة الضوء؟ وما الشيء السحري الذي تتميز به سرعة الضوء؟ وهل يمكننا في يوم ما أن نسير بسرعة أكبر من سرعة الضوء؟.

لو كنت قد سرت عبر منطقة توسكان الريفية في أعوام التسعينات من القرن الماضي، فلربما التقيت بذلك بشاب طويل الشعر يدرس في مدرسة ثانوية ويقطع الطريق إلى بافيا، كان أساتذته في ألمانيا قد قالوا له إنه لن يفلح في شيء ابداً، وإن أسئلته تسيء إلى الانضباط في الصف ومن الأفضل له أن يترك المدرسة. وهكذا فقد ترك المدرسة فعلا وشرع يجول متمتعاً بالحرية في شمال إيطاليا حيث كان يستطيع أن يفكر بمسائل بعيدة عن المواضيع التي كان مجبراً على تقبلها في المدرسة البروسية ذات الانضباط الشديد. كان اسمه ألبرت انشتاين وقد غيرت أفكاره العالم.

كان انشتاين معجباً إلى حد الافتتان بكتاب برنشتاين (الكتاب الشعبي عن العلوم الطبيعية) وهو كتاب علمي مبسط يصف في صفحته الأولى السرعة المدهشة للكهرباء في الأسلاك وللضوء في الفضاء. وساءل نفسه كيف سيبدو العالم اذا استطعنا أن نسافر على أمواج الضوء أن نسافر بسرعة الضوء؟ كم هي فكرة مثيرة وساحرة لصبي يسير في طريق ريفية مرقشة ومترقرقة بضوء الشمس. ولن يمكنك القول إنك كنت على موجة من الضوء لو سافرت معها. ولو بدأت على أعلى الموجة فسوف تبقى عليها وتفقد كل إحساس بأنك موجود على موجة أشياء غريبة تحدث

في سرعة الضوء وكلما فكر انشتاين أكثر بهذه الأسئلـة أصبحت أكثر إقلاقاً له. وبدا أن التناقضـات تظهر في كـل مكان لو أمكنـك السفر بسرعـة الضوء. أفكـار معينة كانت قد اعتبرت صحيحة دون تفكير دقيق كاف. وطرح انشتاين أسئلة بسيطة كان يمكن أن تسأل قبل عدة قرون منها مثلاً: ماذا نعني عنـدما نقول إن حدثين حدثا في آن واحد أو إنهما متزامنان؟.

تصـور أنني أركب دراجة بـاتجاهك. وإذ اقترب من تقـاطع أكاد اصطـدم - أو هكذا يبدو لي - بعـربة يجرها حصان، ولكني انحرف وبالكـاد اتجنب الدهس. فكر الآن في الحدث مرة ثانية، وتصـور أن العربة والدراجة تتحركان كلتـاهما بسرعة قريبة من سرعة الضوء. فإذا كنت أنت واقفا على امتـداد الطريق التي أتحرك عليها والعربة تسير بزاوية قائمة مع خط نظرك، فإنك تراني بوساطة ضوء الشمس المنعكس والمتجه إليك. وفي هـذه الحال ألن تضاف سرعتي إلى سرعـة الضوء بحيث تصلك صـورتي قبل صـورة العربـة بزمن لا بأس بـه؟ ثم ألن تراني انحـرف قبل ان ترى العـربة وقـد وصلت؟ وهل يمكن لي وللعـربة أن نقترب من التقـاطع في آن معا من وجهـة نظري ولكن ليس من وجهة نظـرك؟ وهل يمكنني أن أعاني اصطدامـا وشيكا بالعـربة بينما تراني أنت ربما انحرف حـول لا شيء واتابع طريقي بمرح نحـو بلدة فينسي؟ إن هذه الأسئلة كلها فضولية وماكـرة وهي تتحدى البديهة. وهناك سبب في عدم تفكير أحد فيها قبل انشاتين؟ ومن مثل هذه الأسئلة الأوليـة انتج اينشتاين اعادة تفكير أساسية بالعالم، وأحدث ثورة في الفيزياء.

من أجل أن يصبح العالم مفهـوما، ونتجنب نحن مثل هذه التناقضـات المنطقية لدى السفـر بسرعات كبيرة، فهناك بعض القوانين التي تحكم الطبيعـة ينبغي التقيد بها. جمع انشتاين هذه القوانين ونسقها في نظرية النسبية الخاصة فالضوء المنبعث من جسم ما (سواء أكـان منعكساً أو مباشراً) يسير بالسرعة ذاتها سـواء أكان هذا الجسم متحركاً أو ثابتاً: «فأنت لن تضيف سرعة إلى سرعة الضوء» ولا يوجد أي جسم مادي قادر على التحـرك بأسرع من الضـوء «فأنت لن تسافـر بسرعة الضـوء أو بسرعة أكبر منها». ولا يوجـد في الفيزياء شيء يمنعك من السفر بسرعة قريبـة من سرعة الضوء

بالمقدار الذي تريده، وإن السرعة البالغة ٩٩,٩ بالمئة من سرعة الضوء ستكون سرعة ملائمة تماماً. ولكن مهما حاولت فلن تستطيع أن تحقق هذه النسبة الأخيرة البالغة جزءا من مئة من سرعته، لأنه كي يكون العالم منسجماً منطقياً فيجب أن يوجد حد للسرعة الكونية. وما لم يكن الأمر كذلك فانك تستطيع أن تصل إلى أي سرعة تريدها بإضافة سرعات إلى منصة متحركة.

كان الأوروبيون عموما يعتقدون في مطلع القرن الحالي بوجود الاطر المرجعية المتميزة، فالألمان أو الفرنسيون، أو البريطانيون كانوا أفضل في ثقافتهم وحضارتهم السياسية من سائر الدول، والأوروبيون متفوقون على الشعوب الأخرى التي ساعدها الحظ بما فيه الكفاية بأن أصبحت مستعمرة. وتم رفض أو تجاهل التطبيق الاجتماعي والسياسي لأفكار اريسطار تشوس، وكوبرنيكوس. وتمرد الفتى انشتاين على مفهوم الاطر المرجعية المتميزة في الفيزياء، على غرار مافعل في السياسة ففي الكون المليء بالنجوم المندفعة هنا وهناك في جميع الاتجاهات. لم يكن هناك مكان في «وضع السكون» وليس هناك إطار يمكن أن ننظر من خلاله إلى الكون، ويكون متفوقاً على أي إطار آخر. هذا هو ماتعنيه كلمة «النسبية». إن الفكرة بسيطة جدا بالرغم من زخارفها السحرية: فلدى النظر إلى الكون يكون كل مكان جيداً مثل أي مكان آخر. وإن قوانين الطبيعة يجب أن تكون متماثلة مهما كان الشخص الذي يصفها. وإذا كان هذا صحيحاً، وسوف يكون أمرا مذهلا لو وجد شيء ما خاص أو متميز بشأن مكاننا غير الهام في الكون، فيستنتج من ذلك أن أحدا لا يمكن أن يسافر أسرع من الضوء.

إننا نسمع صوت السوط لأن رأسه يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الصوت نفسه، خالقاً بذلك موجة صادمة أو دوياً صوتياً صغيراً. ولقصف الرعد منشأ مماثل.

وكان المعتقد في وقت ما أن الطائرات لا تستطيع أن تسافر بسرعة أكبر من سرعة الصوت. واليوم أصبح الطيران فوق الصوتي أمرا عادياً. ولكن الحاجز الضوئي مختلف تماما عن الحاجز الصوتي. فهو ليس مجرد مشكلة هندسية كتلك التي استطاع الطيران فوق الصوتي حلها. بل هو قانون جوهري في الطبيعة شأنه شأن الجاذبية.

ولا توجد أي ظواهر في تجربتنا كصوت فرقعة السوط أو قصف الرعد تشير إلى إمكان السفر في الفراغ بأسرع من الضوء. وفي المقابل يوجد مجال واسع جدا من التجارب - مثل المشروعات النووية والساعات الذرية تتفق كمياً بدقة مع النسبية الخاصة.

ولا تنطبق مشكلات التزامن على الصوت كما تنطبق على الضوء لأن الصوت ينتشر عبر وسط مادي هو الهواء عادة. فالموجة الصوتية التي تصلك عندما يتكلم صديقك هي حركة الجزيئات في الهواء، ولكن الضوء يتحرك في الفراغ. وهناك قيود على كيفية تمكن جزيئات الهواء من الحركة لا تنطبق على الفراغ. والضوء يصلنا من الشمس عبر الفضاء الفارغ الذي يفصلنا عنها، ولكن لا يمكننا مهما كان تنصتنا مرهفاً أن نسمع فرقعة البقع الشمسية أو الرعد المنطلق من الانفجارات الشمسية. وقد اعتقد في وقت ما قبل ظهور نظرية النسبية أن الضوء ينتشر فعلا عبر وسط خاص يملأ كل الفضاء ويعرف بـ «الأثير الضوئي» ولكن تجربة ميكلسون ميرلي المشهورة اثبتت أن هذا الأثير غير موجود.

نسمع أحيانا عن أشياء يمكن أن تتحرك بأسرع من الضوء ويشار في هذا الصدد أحيانا إلى ما يعرف بـ «سرعة الفكر». هذه فكرة سخيفة تماماً خاصة إذا علمنا أن سرعة النبضات عبر الخلايا العصبية في أدمغتنا مماثلة تقريبا لسرعة العربة التي يجرها حمار. وتظهر حقيقة أن الكائنات الحية استطاعت أن تستنبط النسبية مدى صحة تفكيرنا ولكنني لا أظن أننا نستطيع الفخر بسرعة التفكير. وعلى أية حال فإن النبضات الكهربائية في أجهزة الكمبيوتر الحديثة تتحرك فعلا بسرعة مماثلة تقريبا لسرعة الضوء.

إن النسبية الخاصة التي أعدت كليا من قبل انشتاين، وهو في منتصف العشرينات من عمره مدعومة بكل تجربة نفذت للتحقق منها. وربما سيأتي شخص ما غداً بنظرية تتلاءم مع كل شيء آخر نعرفه، وتستوعب التناقضات المتعلقة بمسائل معينة كالتزامن، وتتحاشى الأطر المرجعية المتميزة لكنها تسمح بالسفر بسرعة أكبر من سرعة الضوء رغم شكي الكبير في ذلك وربما يتعارض تحريم انشتاين

السفـر بسرعـات أكبر من سرعة الضـوء مع الحس العـام. ولكن لماذا علينـا أن نثق بالحس العام في هذه المسألة؟ ولماذا ينبغي لتجربتنا بسرعة عشرة كيلومترات في الساعة أن تحدد قوانين الطبيعة بسرعـة ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية ؟ ان النسبيـة تضع فعلا حدوداً لما يمكن للإنسـان أن يفعله في نهاية المطاف. ولكن ليس مطلـوبا من الكون أن يكون على انسجـام كامل مع الطموح البشري. والنسبيـة الخاصة تنزع من أيـدينا إحدى طرائق الوصول إلى النجوم بالسفينة التي تستطيع السفر بسرعة أكبر من سرعة الضوء. لكنها تقترح بشكل مناكد طريقة أخرى غير متوقعة أبدا.

دعونا نتصور مقتفين آثار جورج غامو مكاناً ما لا تكون فيه سرعة الضوء كما هي في الحقيقة أي ٣٠٠ ألف كيلـومتر في الثانية بل رقماً متواضعـا وليكن ٤٠ كيلومتراً في الساعة ومعمولاً به بشكل صارم، (لاتوجـد عقوبات لمخالفة قوانين الطبيعة لأنه لا توجـــد جرائـــم. فالطبيعـة ذاتيـة التنظيم وتـرتب الأشياء في شكل يستحيل معـه انتهاك قيودها).

تصور الآن أنك تقترب من سرعة الضوء وأنت على دراجـة نارية (إن النسبية غنية بـالجمل المبتدئة بكلمـة تصـور. وقد دعـا أنشتاين مثل هـذا التمـرين بـ «الاختبـار الفكر»). عندما تزداد سرعتك تبدأ ترى من حول زوايا الأشياء المارة. واذا تندفع بقوة نحو الأمـام فإن الأشياء الموجـودة وراءك تبدو ضمن حقل نظـرك الأمامي. وعنـدما تقترب من سرعة الضوء فإن العالم يبدو من وجهة نظرك غريبا جدا.

ففي نهاية المطاف ينضغط كل شيء إلى نافذة دائرية صغيرة تبقى امامك مباشرة. ومن موقع نظـر مراقب ثابت فإن الضـوء المنعكس عليك يحمر عندما تـرحل ويزرق عندما تعود. وإذا تحركت نحو المراقب بسرعة مسـاوية تقريبا لسرعة الضوء. فسوف تصبح محاطا بإشعـاع ملون غريب، وسوف تتحول أشعتـك تحت الحمراء غير المرئية عادة إلى موجات أقصر من الأشعة الضوئيـة المرئية. وتصبح مضغوطا باتجاه الحركة، ويزداد وزنك كما أن الزمن كما تحسه يبطؤ وهي نتيجة مـذهلة للسفر بسرعة قريبة من سرعة الضـوء تعرف بـ «تمدد الزمن». ولكن من وجهـة نظر المراقب المتحـرك معك (ربما يكون للدراجة مقعد ثان) فإن شيئا من هذه التأثيرات لا يحدث.

هذه التنبؤات الغـريبة، والمحيرة للوهلة الأولى الصـادرة عن النسبية الخاصة هي صحيحـة بـالمعنى الأعمق القــائل إن أي شيء في العلم صحيح. فهي تعتمـد على حركتك النسبية. ولكنها حقيقية وليست أوهاما بصرية. ويمكن إثباتها بالرياضيات البسيطـة ولاسيما بـالجبر الأولي. لـذلك يمكن فهمهـا من قبل أي شخص متعلم. وهي متلائمة أيضـا مع الكثير من التجارب. فالساعات المضبوطـة جدا الموجودة في الطائرات تبطـؤ قليلا بالمقـارنة مع السـاعات الثابتـة. والمسرعات النوويـة مصممة للسماح بـزيـادة الكتلـة لـدى زيادة السرعـة، ولـو لم تكن مصممـة بهذه الطـريقـة لاصطـدمت الجسيمات المسرعـة بجدران الجهـاز ولما أمكننـا سـوى عمل القليل في الفيـزياء النـووية التجـريبية. السرعـة هي المسـافة مقسمـة على الزمن. وبما إننـا لا نستطيع عند الاقتراب من سرعة الضوء إضافـة سرعات كما اعتدنا أن نفعل في حياتنا فينبغي التخلي عن المفاهيم المألـوفة عن المكـان المطلق والزمن المطلق، المستقلين عن الحركة النسبيـة، وهذا هو السبب في التمـدد الزمني عندما تسـافر بسرعة قـريبة من سرعة الضوء، فإن عمـرك يكاد يتوقف ولكن عمر اصدقـائك واقربائك على الأرض يزيـد بالمعـدل العادي. وعنـدما تعـود من رحلتك في الزمـان النسبي فالفـرق الذي سيـوجد بينك وبين أصـدقائك كبير. لقـد كبر هؤلاء عـدة عقود على سبيل المثـال، وأنت لا تزال في عمرك السابق تقـريباً. فان السفر بسرعة قريبـة من سرعة الضوء هو نوع من أكسير الحيـاة. وبما أن الزمن يبطؤ في السرعـات القريبة من سرعـة الضوء، فإن النسبيـة الخاصة تقـدم إلينا وسيلـة للـذهاب إلى النجـوم. ولكن هل يمكن من حيث الهندسة العمليــة أن نسافر بســرعة قريبـة من ســرعة الضـوء؟ وهـل يمكن أن تُصنع سفينة نجمية؟

لم تكن منطقة تـوسكان المرجل الـذي نضجت فيه بعض أفكـار الشاب الصغير ألبرت انشتاين فحسب، بل كـانت أيضا مـوطن عبقري عظيم آخر عـاش فيها قبل ٤٠٠ سنة هو ليوناردو دافنشي، الذي كان يسره أن يصعـد التلال التوسكانية وينظر إلى الأرض من ارتفاع كبير، كما لو كان طيرا محلقاً. لقـد رسم أول الرسوم ذات المنظور الجوي للمنـاظر الطبيعيـة، والمدن والقـلاع. ومن بين اهتمامات ومنجـزات دافنشي

الكثير في الرسم والنحت والتشريح، والجيولوجيا، والتاريخ الطبيعي، والهندستين العسكرية والمدنية كان له ولع كبير باختراع وصنع آلة تستطيع الطيران. رسم صوراً ووضع مخططات وصنع نماذج أولية بالحجم الكامل، ولكن أياً منها لم ينجح. لم يكن يوجد آنذاك محرك خفيف وقوي بما فيه الكفاية. لكن التصاميم كانت عموما على درجة عالية من الذكاء، وشجعت المهندسين في الأزمنة اللاحقة. وقد حزن ليوناردو لهذه الاخفاقات، لكنه لم يكن خطأه على أية حال. لقد كان سجين القرن الخامس عشر.

حدثت واقعة مماثلة في عام ١٩٣٩ عندما صممت جماعة من المهندسين، دعت نفسها «الجمعية البريطانية للسفر بين الكواكب» سفينة لأخذ الناس إلى القمر، مستخدمة تقنية ١٩٣٩. لم يكن هذا العمل مماثلا، بأي شكل لتصميم مركبة أبولو الفضائية التي نفذت تماما هذه المهمة بعد ثلاثة عقود، ولكن عمل هذه الجمعية أوحى بأن السفر إلى القمر ربما يصبح في يوم ما إمكانية هندسية عملية.

ونحن نملك اليوم تصميمات أولية للسفن التي تأخذ الناس إلى النجوم. ولا نتصور أن أياً من هذه السفن الفضائية سوف يغادر الأرض مباشرة ولكنها سوف تبنى في مدار حول الأرض وتطلق من هناك في رحلاتها الطويلة الأمد بين النجوم. دعي أحدها مشروع «أوريون» باسم كوكبة نجوم أوريون (الجوزاء) للتذكير بأن الهدف النهائي لهذه السفينة هو الوصول إلى النجوم. كانت السفينة «أوريون» قد صممت على أساس استخدام انفجارات القنابل الهيدروجينية والأسلحة النووية على لوحة قصور ذاتي حيث يؤمن كل انفجار نوعا من الدفع بالتتابع مشكلا محركاً نووياً هائلاً في الفضاء. تبدو السفينة اوريون عملية تماماً من وجهة النظر الهندسية، ولكنها سوف تخلف كميات كبيرة من النفايات الإشعاعية لكنها وفقاً لراحة ضمير البعثة الفضائية لن تؤثر على أحد ما دام التخلص منها يتم في تلك المسافات الشاسعة بين الكواكب أو بين النجوم. كانت السفينة «أوريون» في مرحلة تطوير جدي في الولايات المتحدة حتى توقيع المعاهدة الدولية التي تمنع تفجير الأسلحة النووية في الفضاء، الأمر الذي يؤسف له إلى حد كبير لأن هذه السفينة هي أفضل

استخدام، يمكنني أن أفكر فيه، للأسلحة النووية.

وهناك تصميم مشروع «دياد الوس» الذي وضعته حديثا الجمعية البريطانية للسفر بين الكواكب. يأخذ في الاعتبار وجود مفاعل دمج نووي أكثر أمانا وأكثر فعالية من محطات الطاقة النووية الانشطارية. ونحن لا نملك حتى الآن مفاعلات دمج نووي لكن يتوقع بثقة الحصول عليها في العقود القليلة القادمة. ويمكن لـ «أوريون» و«دياد الوس» السفر بسرعة مساوية عشرة في المئة من سرعة الضوء. ستستغرق آنذاك الرحلة إلى نجم «الفاستوري» الذي يبعد عنا ٤,٣ سنة ضوئية ٤٣ سنة أي أقل من نصف عمر الإنسان. ولا يمكن لهاتين السفينتين أن تسافرا بسرعة تقرب من سرعة الضوء إلى حد يصبح ممكنا الاستفادة من ظاهرة تمدد الزمن. وحتى في ظل التوقعات المتفائلة لتطور التكنولوجيا يستبعد أن تصنع «أوريون» أو «دياد الوس» أو ما يماثلها قبل منتصف القرن الواحد والعشرين. بالرغم من أننا نستطيع إذا رغبنا أن نبني «أوريون» الآن.

أما بالنسبة إلى السفر إلى ماوراء أقرب النجوم إلينا فلا بد أن يصنع شيء آخر. وربما يمكن استخدام «أوريون» أو «دياد الوس» سفنا متعددة الأجيال على نحو يكون فيه من يصلون إلى كوكب تابع لنجم آخر أحفاداً للذين انطلقوا من الأرض قبل عدة قرون. أو ربما تكتشف وسيلة مأمونة لجعل الإنسان يعيش في سبات يمكن معه أن يجمّد مسافرو الفضاء ثم يوقظوا بعد عدة قرون. ومع أن هذه السفن النجمية غير العاملة حسب مبدأ النسبية تبدو مكلفة جدا فهي سهلة التصميم والصنع والاستخدام نسبيا، بالمقارنة مع السفن النجمية التي تسافر بسرعة قريبة من سرعة الضوء. ويمكن أيضا للجنس البشري أن يصل إلى منظومات نجمية أخرى، ولكن بعد جهد كبير جداً.

إن الملاحة الفضائية بين النجوم - بوساطة مركبات فضائية تقترب سرعتها من سرعة الضوء - هي هدف لن يتم تحقيقه خلال مئات السنين، بل خلال ألف أو عشرة آلاف سنة. ولكنه أمر ممكن من حيث المبدأ. وقد اقترح صنع محرك نفاث تضاغطي للسفن الفضائية المسافرة بين النجوم من قبل ر. بوسارد (R.W.Bussard)

يستطيع غرف المواد المنتشرة العائمة بين النجوم، والتي أغلبها مؤلف من ذرات الهيدروجين وتسريعها في محرك الدمج. ثم قذفها من المؤخرة. ويمكن استخدام الهيدروجين وقودا وكتلة رد فعل في آن معا. ولكن لايوجد في الفضاء العميق سوى ذرة واحدة في كل عشرة سنتمترات مكعبة أو في حجم مساو لعنقود عنب. ولكي يعمل المحرك النفاث التضاغطي فانه يحتاج إلى مغرفة جبهية يبلغ طولها عدة مئات من الكيلومترات. وعندما تصل السفينة إلى سرعات قريبة من سرعة الضوء فان الهيدروجين سوف يتحرك بالنسبة إلى المركبة الفضائية بسرعة قريبة من سرعة الضوء أيضا. وإذا لم تتخذ إجراءات أمان كافية فإن السفينة الفضائية وركابها سوف يتعرضون لعملية قلي بهذه الأشعة الكونية الحثية. وأحد الحلول المقترحة هو استخدام أشعة الليزر لإبعاد الإلكترونات عن الذرات الموجودة بين النجوم، وجعلها مشحونة كهربائيا عندما تكون على مسافة ما من السفينة مع استخدام حقل مغناطيسي قوي جدا لجعل الذرات المشحونة تنحرف إلى المغرفة وبعيدا عن سائر أجزاء السفينة الفضائية. وهذه هي هندسة ذات أبعاد لم يعرف مثيل لها على الأرض. نحن هنا نتحدث عن محركات يبلغ حجم الواحد منها مايعادل عوالم صغيرة.

ولكن دعونا نفكر لحظة في مثل هذه السفينة. فالأرض تجذبنا بقوة معينة هي قوة جاذبيتها، الأمر الذي يجعل حركتنا إذا كنا في حالة سقوط تتسارع. وإذا ما سقطنا من شجرة علما أن الكثير من أجدادنا الأوائل لابد أن يكونوا قد فعلوا ذلك فإن سرعة سقوطنا سوف تزداد أكثر فأكثر وبمعدل ١٠ أمتار في الثانية ويعرف هذا التسارع الذي تتميز به قوة الجاذبية التي تشدنا إلى سطح الأرض بالحرف ج الذي يرمز إلى جاذبية الأرض. ونحن نشعر بالارتياح للتسارعات التي تبلغ «واحد ج»، لأننا تعودنا عليها في أثناء نمونا. وإذا وجدنا في مركبة فضائية يمكنها أن تتسارع بمعدل واحد ج فسنكون في وسط طبيعي تماما. وفي الحقيقة فان التساوي بين قوى الجاذبية والقوي التي سنشعر بها في مركبة فضائية متسارعة هو سمة رئيسة في نظرية النسبية العامة التي أوجدها انشتاين في وقت لاحق. وإذا استمر تسارعنا البالغ واحد ج فاننا سنبلغ بعد سنة واحدة في الفضاء سرعة قريبة من سرعة الضوء.

[(٠١, ٠ كم/ ثا) x (٣x١٠^{٧} ثا) = ٣x١٠^{٥} كم/ ثا].

لنفترض أن هذه السفينة الفضائية تتسارع بمعدل واحد ج مقتربة أكثر فأكثر من سرعة الضوء حتى منتصف الرحلـة ، ثم تتحول إلى التسارع العكسي بمعدل واحد ج أيضاً حتى وصولها إلى المكان المقصود. خلال معظم الرحلة ستكون السرعة قريبة من سرعة الضوء ، وبالتالي فإن الزمن سوف يبطؤ إلى حد كبير جداً. الهدف القريب لهذه البعثة الفضائية هو شمس ربما لها كواكب تبعـد عنا نحو ست سنوات ضوئية اسمها نجم برنارد. يمكن الـوصول إلى هذا النجم بزمن يبلغ نحـو ٨ سنوات حسبما يقاس بالسـاعات الموجودة على متن السفينة. ويمكن الـوصول إلى مركز مجرة درب اللبـانة خلال ٢١ سنة ، وإلى المجموعة م - ٣١ في مجرة اندروميدا خلال ٢٨ سنة. وبالطبع فإن النـاس الموجودين على الأرض سـوف يرون الأشيـاء بشكل مختلف. فعوضا عن ٢١ سنـة إلى مركـز المجرة سيكـون الـزمن الذي مـر على الأرض هو ٣٠ ألف سنـة. وعندما نُعـود إلى موطننا لن يرحب بنا أحد مـن أصدقائنا ، ومن الناحية المبـدئية فان هـذه الرحلـة التي تصل السرعة فيهـا إلى أقرب حـدود الفاصلـة العشرية من سرعـة الضوء سوف تسمح لنا حتى بالالتفاف حول الكون المعروف خلال ٥٦ سنة من زمن السفينـة. وسوف نعـود بعـد مليـارات السنين لنجد الأرض رمـادا متفحما والشمس ميتة. وهكـذا فإن الملاحة الفضـائية حسب النظريـة النسبية تجعل الكـون في متناول الحضـارات المتقـدمة ، ولكن فقط لاولئك الـذين يذهبـون في الرحلـة. ولا يبدو ان هنـاك طريقـــة لإرسـال المعلـومات إلى الذيـــن بقـوا على الأرض بسرعـة أسرع من سرعة الضوء.

إن تصاميم أوريـون ، ودياداـلوس ، ومحرك بوسارد التضـاغطي ربما تختلف عن المركبـات الفضائيـة الفعلية العـاملة بين النجـوم التي سنضعها يـوما مـا بمقدار مـا اختلفت نماذج ليونـاردو عن وسائل النقل فـوق الصوتيـة الحالية. ولكن إذا لم نـدمر أنفسنا ، فـإني أظن أننا سنسـافر إلى النجوم يـوما مـا في المستقبل. وعندمـا تكتشف كواكب نظامنا الشمسي كلها ، فإن كواكب النجوم الأخرى سوف تغرينا.

إن السفر في الفضـاء والسفر في الزمن مـرتبطان أحدهما بـالآخر. ولا نستطيع أن

نسافر بسرعة في الفضاء الا بالسفر بسرعة إلى المستقبل ولكن ماذا عن الماضي؟ هل نستطيع العودة إلى الماضي وتغييره؟ وهل نستطيع ان نجعل الأحداث تسير بشكل مختلف عما تؤكده كتب التاريخ؟ إننا نسافر ببطء إلى المستقبل دائما وبمعدل يوم واحد في كل يوم وفي الملاحة الفضائية المنفذة حسب النظرية النسبية يمكننا أن نسافر بسرعة إلى المستقبل ولكن الكثير من الفيزيائيين يعتقدون ان السفر إلى الماضي مستحيل وهم يقولون انه حتى لو كان لديك جهاز يستطيع السفر إلى الوراء في الزمن، فلن تكون قادرا على أن تفعل أي شيء يمكنه أن يحدث أي اختلاف. فلو سافرت إلى الماضي ومنعت أمك وأباك من أن يلتقيا لما ولدت أنت، الأمر الذي يعد تناقضاً ما دمت أنت موجوداً فعلا. وعلى غرار البرهان على عدم منطقية الجذر التربيعي للرقم ٢، والنقاش بشأن التزامن في النسبية الخاصة، نجد أن هذا الكلام هو نقاش يتم فيه تحدي المقدمة المنطقية لأن الاستنتاج يتسم بالسخف.

ولكن فيزيائيين آخرين يفترضون إمكانية وجود تاريخين منفصلين أو حقيقتين صالحتين بشكل متساو هما تلك التي تعرفها وتلك التي لم تولد أنت فيها قط. وربما يكون للزمن ذاته عدة أبعاد محتملة بالرغم من واقع أننا محكومون بممارسة بعد واحد منها فقط. ولنفترض أنك تستطيع أن تعود إلى الماضي وتغييره باقناعك الملكة ايزابيلا بعدم دعم كريستوفر كولومبوس على سبيل المثال. وعندئذ ستكون أطلقت الحركة بتسلسل أو تتابع مختلف للأحداث التاريخية، وبالتالي، فإن من خلفتهم وراءك من الناس في الزمن الحالي، لن يعرفوا شيئا عن هذا التتابع الجديد للأحداث. لو أن هذا النوع من السفر كان ممكنا فإن كل تاريخ بديل يمكن تصوره، كان سيوجد فعلا بمعنى ما أو بآخر.

إن التاريخ يتألف في أغلبه من رزمة معقدة من خيوط متشابكة بعمق تمثل قوى اجتماعية وثقافية واقتصادية يصعب فصلها بعضها عن البعض الآخر. فثمة عدد لا يحصى من الأحداث الصغيرة العرضية والتي لا يمكن التنبؤ بها، يتدفق باستمرار ولا تكون له غالبا نتائج بعيدة المدى. ولكن بعض هذه الأحداث التي تحدث في منعطفات حادة أو في نقاط فرعية يمكن أن تغير مجرى التاريخ. وقد تكون هناك

حالات يمكن أن تصنع فيها التغيرات العميقة بوساطة تعديلات طفيفة نسبياً. وكلما ابتعد هذا الحدث في التاريخ، ازداد تأثيره لأن ذراع رافعة الزمن يصبح أطول.

إن فيروس الشلل كائن حي مجهري. ونحن نصادف الكثير منه كل يوم ولكن لا يحدث الا نادرا، لحسن الحظ، أن يصيب أحدنا بالعدوي ويسبب هذا المرض المخيف. كان فرانكلين د. روزفلت، وهو الرئيس الثاني والثلاثون للولايات المتحدة مصاباً بالشلل. ولأن هذا المرض يجعل المصاب به مقعداً فربما جعل روزفلت أكثر تعاطفاً مع المظلومين أو ربما حسنْ كفاحه من أجل النجاح. ولو كانت شخصية روزفلت مختلفة، أو لو لم يكن لديه طموح لأن يصبح رئيساً للولايات المتحدة، فلربما اختلفت مسارات الكساد الاقتصادي الكبير في أعوام الثلاثينات والحرب العالمية الثانية، وصنع الأسلحة النووية وربما كان مستقبل العالم كله قد تغير. ولكن الفيروس هو شيء غير مهم، ولا يتجاوز طوله جزءا من مليون من السنتيمتر. وهو يكاد لا يشكل شيئا البتة.

وفي المقابل نفترض أن رجلنا الذي سافر عائدا في الزمن كان قد اقنع الملكة ايزابيلا أن جغرافيا كولومبوس خاطئة وانه حسب تقدير إيراتوسثينس (Eratosthenes) (لمحيط الأرض، فلن يصل كولومبوس إلى آسيا أبداً. وفي هذه الحال كان لابد أن يقوم بعض الأوروبيين برحلة بحرية مماثلة نحو الغرب بعد عدة عقود، ويصلوا إلى العالم الجديد. فالتحسينات في الملاحة وإغراءات التوابل والتجارة والتنافس بين الدول الأوروبية جعلت كلها اكتشاف أميركا في نحو العام ١٥٠٠ أمراً حتمياً بشكل أو بآخر. وبالطبع لو حدث ذلك لما وجدت اليوم دولة اسمها كولومبيا، أو ولاية كولومبيا أو بلدة كولومبوس في أوهايو، أو جامعة كولومبيا في الدول الأميركية. ولكن المسار العام للتاريخ كان سيبقى هو نفسه دون أي تغيير يذكر. ولكي نؤثر في المستقبل بعمق كان على هذا المسافر في الزمن أن يتدخل في عدد من الأحداث المنتقاة بدقة وأن يغير نسيج التاريخ.

إنه نوع من الخيال الرائع أن نكتشف تلك العوالم التي لم توجد قط. ونحن نستطيع بزيارتنا لها أن نفهم آلية عمل التاريخ، ويمكن للتاريخ أن يصبح بذلك

علمياً تجريبياً. وكم كان العالم سيبدو مختلفا عما هو عليه الآن لو لم يعش فيه أشخاص بالغو الأهمية مثل أفلاطون أو بطرس الأكبر؟ وماذا كان سيحدث لو أن التقاليد العلمية للإغريق الأيونيين القدماء بقيت وازدهرت؟ كان ذلك يتطلب أن يكون الكثير من القوى الاجتماعية في ذلك الوقت مختلفا ولاسيما الاعتقاد السائد آنذاك بأن العبودية أمر طبيعي وصحيح. ولكن ماذا كان سيحدث لو أن ذلك الضوء الذي ظهر في شرق البحر الأبيض المتوسط قبل ٢٥٠٠ سنة لم ينطفىء؟ وماذا كان سيحدث لو تابع العلم الأخذ بالطريقة التجريبية واحترام المهن والتقنيات الميكانيكية طوال فترة الألفي سنة التي سبقت الثورة الصناعية وماذا أيضا لو أن هذا الأسلوب الفكري الجديد لقي التقدير العام؟ أفكر أحيانا أننا ربما كنا قد استطعنا أن نربح عشرة قرون أو عشرين قرناً من الزمن. وربما كانت إسهامات ليوناردو دافنشي قد تحققت قبل ألف سنة وإنجازات ألبرت إنشتاين قبل خمسمائة سنة. في مثل هذا العالم البديل ما كان سيولد ربما دافنشي وانشتاين وكانت أشياء كثيرة قد اختلفت عما هي عليه الآن. يوجد في كل قذف منوي مئات ملايين الخلايا المنوية ولا يمكن إلا لواحد منها فقط أن يخصب البويضة وينتج منها عضوا من الجيل التالي من الكائنات البشرية. ولكن نجاح أي من هذه الخلايا المنوية في تخصيب البويضة يعتمد على عوامل داخلية وخارجية هي في أدنى درجة من الأهمية. ولو أن شيئا صغيرا حدث بشكل مختلف قبل ٢٥٠٠ سنة لما كان أحد منا موجودا الآن. وكان سيوجد مليارات من الناس الآخرين الذين يعيشون في مكاننا.

ولو انتصرت الروح الأيونية لكنا نحن ـ واقصد بنحن هذه أناسا آخرين طبعا ـ نقوم غالبا برحلاتنا الأولى إلى النجوم. ولكانت أولى سفننا الاستطلاعية إلى ألفا سنتوري، ونجم برنارد وسيريوس، وتاوسيتي (Tau Ceti) قد عادت منذ زمن طويل، ولكانت أساطيل السفر الكبرى بين النجوم تبنى حاليا في مدار الأرض بما فيها سفن الاستكشاف غير المأهولة. وسفن الركاب المعدة للمهاجرين، والسفن التجارية الكبرى التي ستجوب بحار الفضاء. وكانت كل هذه السفن ستحفل بالرموز والكتابات. ولو نظرنا بإمعان لوجدنا أن اللغة السائدة هي اللغة اليونانية. وربما كان المجسم ذو الاثني عشر مضلعاً هو الرمز الموجود على مقدم إحدى أوائل

السفن النجمية، وعلى مقربة منه الكتابة التالية «السفينة النجمية تيودورس من كوكب الأرض».

أما في الخط الزمني لعالمنا فقد سارت الأشياء بشكل أبطأ. فنحن غير جاهزين للسفر إلى النجوم حتى الآن. ولكن ربما بعد قرن أو اثنين عندما يصبح النظام الشمسي كله مكتشفا ونكون قد رتبنا الأمور جيدا في كوكبنا، سنملك الإرادة، والموارد، والمعرفة التقنية للذهاب إلى النجوم. وسنكون آنذاك قد تفحصنا بدقة ومن مسافات كبيرة تنوع الأنظمة الكوكبية التي يشبه بعضها نظامنا إلى حد كبير، ويختلف بعضها الآخر عنه بشكل جذري. وسوف نعرف أي النجوم سنزور. آنذاك ستقطع ماكيناتنا وأحفادنا من أبناء ثاليس واريسطارتشوسر، وليوناردو وإنشتاين مسافة السنوات الضوئية.

لسنا متأكدين من عدد الأنظمة الكوكبية الموجودة ولكن يبدو أن هذا العدد كبير جدا. في جوارنا المباشر لا يوجد نظام كوكبي واحد فحسب، بل أربعة هي: المشتري وزحل واورانوس ولكل منها منظومة توابع يمكن القول عنها إنها تشبه - إذا أخذنا بالاعتبار الحجوم النسبية لأقمارها والمسافات الفاصلة بين هذه الأقمار - الكواكب الدائرة حول الشمس. وهكذا فإن استقراء الإحصائيات عن النجوم المزدوجة المتفاوتة كثيرا في كتلها يشير إلى أن كل النجوم المنفردة كالشمس يجب أن يكون لها أنظمة كواكب مرافقة.

لا نستطيع حتى الآن أن نرى مباشرة كواكب النجوم الأخرى لأنها لا تبدو سوى نقاط ضوئية ضعيفة غارقة في شموسها المحلية. ولكننا أصبحنا قادرين على كشف تأثير الجاذبية لكوكب غير مرئي. وتصور نجماً كهذا يدور بـ «حركة تامة» طوال عقود على خلفية من كوكبة نجوم أبعد وأن له كوكباً كبيراً بحجم المشتري، ولنقل - على سبيل المثال - إن مستوى مداره يتصل بالمصادفة بزوايا قائمة مع خط نظرنا. فعندما يكون الكوكب المعتم، حسبما نراه نحن، إلى اليمين من النجم، فإن هذا النجم سوف ينجذب قليلا إلى اليمين، ويحدث العكس عندما يكون الكوكب إلى اليسار. وبالتالي فإن ممر النجم سوف يضطرب متحولاً من خط مستقيم إلى خط متموج وإن

أقرب نجم يمكن أن نطبق عليـه هذه الطريقـة في اضطراب الجاذبية هو نجم بـرنارد الذي هـو أقرب نجـم منفرد إلينا. وان التـأثيرات المعقدة المتبـادلة بين هـذه النجوم الثلاثة في منظومة الفا سنتـوري سوف تجعل التفتيش عن كوكب مرافق عصير الكتلة صعباً جـداً وحتى بالنسبـة إلى نجم برنارد، فإن البحث لابـد أن يكون مضنيـاً، فهو تفتيش عن إزاحات مجهـرية لوضـع ما على لوحـات فوتوغـرافية معرضـة للتلسكوب لفترة عقود من الزمن. وقد أجري تفتيشان مماثلان عن كواكب تدور حول نجم برنارد وكان كلاهما نـاجحا إلى حد ما وأشـارا إلى وجود كوكبين أو ثلاثـة كواكب من حجم المشتري تتحرك على مدارات (حسبت بمـوجب قانون كبلر الثـالث) أقرب قليلا إلى نجمها من المشتري، وزحل ولكن التفتيشين يبـدوان لسوء الحظ غير متـوافقين معا. وكان من الممكن أن يكتشف نظـام كوكبي حول نجم برنـارد إلا أن الإثبات الواضح لذلـك لا يزال بحـاجة إلى دراسـة أكثر. ويجري حاليـا تطو يـر طرق أخـرى لكشف الكواكب حـول النجوم بما فيها الطـريقة التي يحجب فيها بشكل اصطنـاعي الضوء المعشي الصـادر عن النجـوم، وذلـك بوسـاطة قـرص يوضـع أمام التلسكـوب الفضـائي، أو بـاستخـدام الطرف المظلـم للقمر كقـرص وبـالتـالي لا يظل الضـوء المنعكس عن الكوكب مخفياً ببريق النجم المجاور وفي العقود القليلة القادمة يجب أن نحصـل على أجـوبة حـاسمة تحدد لنـا أي النجوم المئـة الأقرب إلينا تملـك كواكب مرافقة كبيرة.

وفي السنوات الأخيرة كشفت أعمال المراقبة بوساطة الأشعة تحت الحمراء عن عدد من الغيوم الغازية والغبارية القرصية الشكل والتي يحتمل أن تكون في طور التكوكب الأولي حول بعض النجوم القريبة. وفي الوقـت ذاته. رأت بعض الدراسات النظرية المثيرة أن المنظومات الكوكبية هي أشياء عـادية في المجرات. وقد اختبرت مجموعة من الأبحاث الكمبيوتـرية تطور قرص متكثف مسطح من الغاز والغبـار من النوع الذي يعتقد أنـه يؤدي إلى تشكل النجـوم والكواكب، وجـرى خلال أوقـات مختلفة حقن الغيمـة بكتل صغيرة من المادة تمثل أولى التكثفات في القـرص ووجد أن هـذه الكتل تلتحم بجزئيـات الغبار لدى تحركها. وعندمـا تصبح ذات أحجام كبيرة فإنها تجذب الغـازات، ولا سيما غـاز الهيـدروجين بقـوة جاذبيتهـا. وعنـدمـا تصطـدم كتلتـان

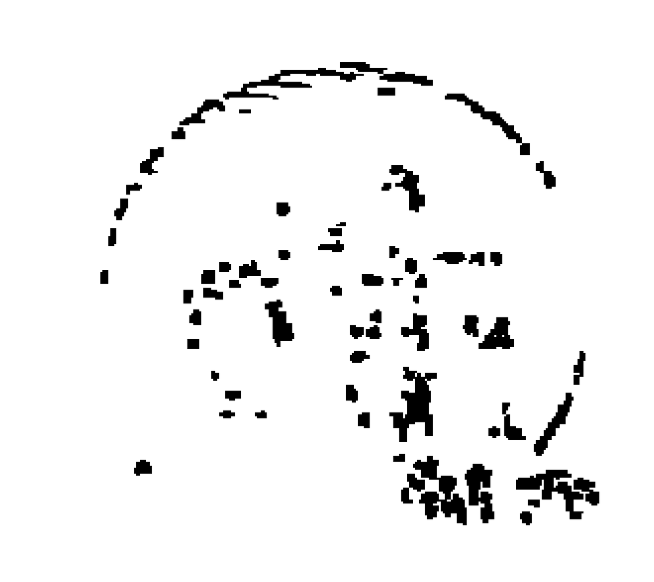
علماً تجريبياً. وكم كان العالم سيبدو مختلفا عما هو عليه الآن لو لم يعش فيه أشخاص بالغو الأهمية مثل أفلاطون أو بطرس الأكبر؟ وماذا كان سيحدث لو أن التقاليد العلمية للإغريق الأيونيين القدماء بقيت وازدهرت؟ كان ذلك يتطلب أن يكون الكثير من القوى الاجتماعية في ذلك الوقت مختلفا ولاسيما الاعتقاد السائد آنذاك بأن العبودية أمر طبيعي وصحيح. ولكن ماذا كان سيحدث لو أن ذلك الضوء الذي ظهر في شرق البحر الأبيض المتوسط قبل ٢٥٠٠ سنة لم ينطفيء؟ وماذا كان سيحدث لو تابع العلم الأخذ بالطريقة التجريبية واحترام المهن والتقنيات الميكانيكية طوال فترة الألفي سنة التي سبقت الثورة الصناعية وماذا أيضا لو أن هذا الأسلوب الفكري الجديد لقي التقدير العام؟ أفكر أحيانا أننا ربما كنا قد استطعنا أن نربح عشرة قرون أو عشرين قرناً من الزمن. وربما كانت إسهامات ليوناردو دافنشي قد تحققت قبل ألف سنة وإنجازات ألبرت إنشتاين قبل خمسمائة سنة. في مثل هذا العالم البديل ما كان سيولد ربما دافنشي وانشتاين وكانت أشياء كثيرة قد اختلفت عما هي عليه الآن. يوجد في كل قذف منوي مئات ملايين الخلايا المنوية ولا يمكن إلا لواحد منها فقط أن يخصب البويضة وينتج منها عضوا من الجيل التالي من الكائنات البشرية. ولكن نجاح أي من هذه الخلايا المنوية في تخصيب البويضة يعتمد على عوامل داخلية وخارجية هي في أدنى درجة من الأهمية. ولو أن شيئا صغيرا حدث بشكل مختلف قبل ٢٥٠٠ سنة لما كان أحد منا موجودا الآن. وكان سيوجد مليارات من الناس الآخرين الذين يعيشون في مكاننا.

ولو انتصرت الروح الأيونية لكنا نحن ـ واقصد بنحن هذه أناسا آخرين طبعا ـ نقوم غالبا برحلاتنا الأولى إلى النجوم. ولكانت أولى سفننا الاستطلاعية إلى ألفا سنتوري، ونجم برنارد وسيريوس، وتاوسيتي (Tau Ceti) قد عادت منذ زمن طويل، ولكانت أساطيل السفر الكبرى بين النجوم تبنى حاليا في مدار الأرض بما فيها سفن الاستكشاف غير المأهولة. وسفن الركاب المعدة للمهاجرين، والسفن التجارية الكبرى التي ستجوب بحار الفضاء. وكانت كل هذه السفن ستحفل بالرموز والكتابات. ولو نظرنا بإمعان لوجدنا أن اللغة السائدة هي اللغة اليونانية. وربما كان المجسم ذو الاثني عشر مضلعاً هو الرمز الموجود على مقدم إحدى أوائل

مواضيع المكـان والزمان هي حسبما رأينا متـداخلة فيما بينها. فالعـوالم والنجوم، شأنها شأن الناس، تولد وتموت. عمر الإنسان يقاس بالعقود، وعمر الشمس أطول من ذلك بمئات مـلايين المرات وبالمقارنة مع النجـوم فنحن أشبه ما نكون بـذبابات متلاشيـة سريعة الزوال تعيش حيـاتها كلها من الولادة إلى الموت في يـوم واحد. ومن وجهة نظر هـذه الذبابة فإن الكـائنات البشرية متبلدة الحس ومملـة وتكاد تكون غير متحركة تمامـا وبالكاد تصدر عنهـا أي إشارة إلى كونها تفعل شيئا مـا. أما من وجهة نظـر النجم فإن الكائن البشري هـو ومضـة ضئيلة وواحـد من مليـارات الكائنـات القصيرة العمر التي تخفق بغموض على سطح كرة من السيليكات والحديد، باردة إلى درجة الغرابة، وصلبة إلى حد الشذوذ، وبعيدة إلى درجة غريبة.

وفي كل هـذه العوالم الأخـرى في الفضـاء تجري أحداث مستمـرة ووقائع ستقـرر مستقبلهـا، وعلى كوكبنـا الصغير فإن هذه اللحظـة في التـاريخ هي نقطة انعطـاف تاريخية لا تقل أهمية عن مواجهة العلماء الأيونيين مع علماء الغيبيات قبل ٢٥٠٠ سنة وأن مانفعله بعالمنا في هذا الوقت سوف ينتشر عبر القرون ويقرر -على نحو حاسم- مصير أحفادنا، إذا كتب لهم البقاء بين النجوم.





الفصل السابع

حياة النجوم

لكي تصنع فطيرة تفاح تحتاج إلى الدقيق والتفاح وإلى شيء من هذا وذاك، وإلى حرارة الفرن. إن المواد مؤلفة من الجزيئات كالسكر والماء على سبيل المثال. والجزيئات بدورها تصنع من الذرات كالكربون والأكسجين والهيدروجين وعناصر قليلة أخرى. فمن أين تأتي هذه الذرات؟ إنها تصنع كلها باستثناء الهيدروجين في النجوم. النجم هو نوع من المطابخ الكونية التي تطبخ فيها الذرات لتشكل ذرات أثقل. والنجوم ذاتها تتكثف من الغاز والغبار بين النجوم والذي يتألف معظمه من الهيدروجين. ولكن الهيدروجين كان قد صنع في الانفجار الكبير الذي بدأ به الكون. وإذا أردت أن تصنع فطيرة من لا شيء، فيجب عليك أولاً أن تخترع الكون.

لنفترض أنك أخذت فطيرة تفاح وقطعتها إلى نصفين، ثم تأخذ أحد النصفين وتقطعه إلى نصفين آخرين وتستمر على هذا المنوال حسب فكرة ديموقريطيس. فكم مرة تقوم بالقطع حتى تصل إلى ذرة منفردة؟ الجواب هو نحو ٩٠ عملية قطع متتالية. وبالتأكيد لا يمكن لأي سكين أن تكون حادة بما فيه الكفاية والفطيرة سهلة التفتت جداً، والذرة ستكون في أي حال أصغر جداً من أن ترى بالعين المجردة. لكن توجد طريقة لعمل ذلك.

في جامعة كمبريدج في إنكلترا في السنوات الخمس والأربعين التي تركزت في عام ١٩١٠ فهمت لأول مرة طبيعة الذرة، وتم ذلك في جزء منه بوساطة إطلاق قطع ذرات على أخرى ومراقبة كيفية ارتدادها. وللنبرة النموذجية نوع من غيم الإلكترونات على القسم الخارجي منها. فالإلكترونات مشحونة كهربائيا حسبما يشي

اسمها. والشحنة تدعى حكماً سلبية. وتحدد الإلكترونات الخواص الكيميائية للذرة كتألق الذهب، والملمس البادر للحديد، والبنية البلورية للماس الكربوني وعميقا داخل الذرة توجد النواة المختبئة بعيدا تحت غيمة الإلكترونات، والمؤلفة بصورة رئيسية من بروتونات مشحونة إيجابيا ونيوترونات حيادية كهربائية. إن الذرات صغيرة جداً. فإذا جمعت مائة مليون ذرة، واحدة بعد الأخرى لن يتعدى طولها كلها طرف أصبعك الصغيرة. ولكن النواة أصغر من الذرة بمئة ألف مرة أيضا، الأمر الذي يوضح سبب عدم اكتشافها إلا بعد زمن طويل جدا(١). وبرغم ذلك، فإن معظم كتلة الذرة هو في نواتها. والإلكترونات ليست إذا ماقورنت بالنوى سوى غيوم من الزغب المتحرك والذرات هي أماكن فارغة بصورة رئيسية. والمادة مؤلفة بشكل رئيسي من لا شيء.

أنا مصنوع من الذرات. ومرفقي الذي يستند الآن إلى الطاولة أمامي، مصنوع من الذرات أيضا. والطاولة ذاتها مصنوعة من الذرات. ولكن إذا كانت الذرات صغيرة إلى هذا الحد، وفارغة، والنواة أصغر منها بكثير، فلماذا تستطيع الطاولة أن تتحمل ثقلي؟ ولماذا حسبما كان آرثر ادينغتون نفسه يحب أن يسأل لا تنزلق النوى التي تؤلف مرفقي، دون جهد، عبر النوى التي تؤلف الطاولة؟ ولماذا لا أنحل على أرض الغرفة؟ أو أسقط عبر الكرة الأرضية؟

الجواب هو غيمة الإلكترونات. ففي القسم الخارجي من ذرة ما في مرفقي توجد شحنة كهربائية سلبية، وذلك على غرار كل ذرة في الطاولة. ولكن الشحنات السلبية تتدافع فيما بينها. ومرفقي لا ينزلق عبر الطاولة لأن للذرات إلكترونات تدور حول نواها، ولأن القوى الكهربائية قوية. إن الحياة اليومية تعتمد على بنية الذرة.

---

(١) كان يعتقد سابقا أن البروتونات موزعة بالتساوي عبر غيمة الإلكترونات، عوضا عن تركزها في النواة ذات الشحنة الإيجابية في المركز. اكتشفت النواة من قبل أرنست رذرفورد (Ernst Rutherford) في كمبردج عندما ارتدت بعض الجسيمات القاصفة في الاتجاه الذي كانت قد جاءت منه. وعلق رذرفورد على ذلك قائلا: كان هذا أغرب ماحدث لي في حياتي كلها. وكان يماثل تقريبا في غرابته أن تطلق قذيفة من مدفع عيار ١٥ بوصة على قطعة من نسيج ورقي، ثم ارتدت هذه القذيفة وأصابتك.

أطفيء الشحنات الكهربائية وسيتفتت كل شيء إلى غبار دقيق غير مرئي . لولا وجود القوى الكهربائية لما كانت هناك «أشياء» في الكون ، سوى غيوم مشتتة من الإلكترونات ، والبروتونات والنيوترونات والكرات الجاذبة للجسيمات الأولية ، حطام عوالم لا ملامح لها .

عندما ننوي قطع فطيرة تفاح وصولا إلى ما خلف الذرة المنفردة فإننا نواجه لا نهاية الحجم الصغير جدا . وعندما ننظر إلى السماء ليلا نواجه لا نهاية الحجم الكبير جدا . وتمثل هاتان الظاهرتان اللانهائيتان رجعاً لا نهاية له ، لا يمضي إلى مكان بعيد فحسب ، بل إلى الأبد . وهكذا فإذا وقفت بين مرآتين في صالون حلاقة على سبيل المثال ترى عدداً كبيراً من صورك كل منها انعكاس لأخرى . ولكن لا تستطيع أن ترى عدداً لا نهائيا من الصور لأن المرايا ليست مسطحة تماماً أو متراصة ولأن الضوء لا يتحرك بسرعة غير محدودة ، ولأنك أنت موجود في الطريق ، فيمنع جسمك الرؤية اللانهائية . وعندما نتكلم عن اللانهاية ، فإنما نتكلم عن كمية ما أكبر من أي عدد ، مهما كان هذا العدد كبيراً .

طلب مرة عالم الرياضيات الأميركي إدوارد كيسنر من ابن أخيه البالغ من العمر تسع سنوات أن يخترع له اسما لعدد كبير جدا جدا هو الرقم ١٠ مرفوعا للقوة ١٠٠ ($١٠^{١٠٠}$) أي الرقم ١ أمامه مئة صفر، فدعاه الصبي غوغول Googol وهذا هو: (١٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠
٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠)

أنت أيضا يمكنك أن تضع أرقامك الكبيرة جدا وتطلق عليها اسماء غريبة . حاول ذلك وستجد أن لهذا العمل متعة خاصة ، ولاسيما إذا كنت في التاسعة من عمرك .

إذا بدا أن الغوغول كبير، فخذ بالاعتبار« الغوغولبليكس»، وهو الرقم عشرة مرفوعا إلى القوة غوغول ($١٠^{١٠^{١٠٠}}$) وللمقارنة فإن مجموع عدد الذرات في جسمك

هــو نحــو ($١٠^{٢٨}$)، بينما يبلغ العــدد الإجمالي لكل الجسيــــــــمات الأوليـة أي البروتونات والنيوترونات والإلكترونـات في الكون القابل للعيان نحو ($١٠^{٨٠}$) ولــو ملىء الكون بشكل متراص[٢] بالنيوترونات ونفترض أنه لم يعد فيه أي مكان فارغ فلن يتسع لأكثــر من $١٠^{١٢٨}$ جسيمة، وهــو رقم أكبر من الغوغول ولكنه لايقـارن أبدا بالغوغولبليـكس ومع ذلــك، فـإن هذيــن الرقمين أي الغـوغول والغـوغولبليكس لا يقتربان بأي شكل أو معنى من فكرة اللانهاية. والرقم غوغولبليكس هو بعيد عن اللانهاية بمقدار بعد الرقم (١) تماما. يمكننا أن نحاول كتابة الغوغولبليكس، ولكن ذلك طمــوح يـائس. فقطعــة الـورق التي تتسـع بشكل كـاف لكل الأصفــار في الغـوغـولبليكس والمكتـوبة بشكل واضح، لا يمكــن وضعها في الكـون المعـروف، ولحسن الحظ فهناك طريقة أبسط ومختصرة جدا لكتابة هذا الرقم وهي $١٠^{١٠^{١٠٠}}$ لكتابة اللانهاية وهي من (اللانهاية الملفظة).

عندمـا تحترق الفطيرة، فإن معظم المادة المحترقة كـربون. فبعـدُ ٩٠ عملية قطع تصل إلى ذرة الكربون التي تحتوي على ستـة بروتونات وستة نيوتـرونات في نواتها وستة الكترونات في الغيمة الخارجيـة. وإذا أخرجنا جزءا من النـواة وليكن هذا الجزء عبارة عن بروتـونين ونيوترونين، فلن تظل النـواة نواة ذرة كربون بل تصبح نـواة ذرة هليوم. ويحدث هذا القطع أو الشطر للنوى الذرية في الأسلحة النووية ومحطات إنتاج الطاقة النوويـة التقليدية، وإن لم يكن الكربـون هو الذي يشطر فيهـا. وإذا قمت بالقطع

(٢) إن روح هذا الحساب قديمة جدا، فالجمل الافتتاحية في كتاب أرخميدس «حاسب الرمل» هي: يوجد بعض النـاس كالملك غيلون، ممن يظن أن عدد حبات الرمـال لا نهائي في تعدده، وأنا لا أعني بالرمـال تلك التي توجد حول سيراكـوز وسائر صقلية فحسب، بل مايوجـد منها أيضا في كل منطقة، سواء أكانت مسكونة أم غير مسكونـة. ومرة ثانية فهناك البعض الآخر الذي يظن، دون اعتبـاره لا نهائيـا أن لا رقم مذكـور حتى الآن من الكبر حتى يـزيـد على تعـدده. ثم ذهب أرخميدس، ليس فقط إلى تسمية هذا الرقم، بل إلى حسابه أيضا.
وفي وقت لاحق سأل عن عدد حبـات الرمل التي يمكن وضعها واحـدة قرب الأخرى من بـداية العالم الذي عـرفه إلى نهايته، وكان تقديره لهذا العدد هو ($١٠^{٦٣}$) وهو رقم يتـوافق بالمصـادفة الغريبة مع الرقم ($١٠^{٨٣}$) ذرة تقريبا.

الواحد والتسعين لفطيرة التفاح فإنك لا تحصل على قطعة أصغر من الكربون بل على شيء آخر هو: ذرة ذات خواص كيميائية مختلفة تماما. وهكذا إذا قطعت ذرة فإنك تحول العناصر.

ولكن لنفترض أننا نذهب إلى أبعد من ذلك. فالذرات مؤلفة من بروتونات ونيوترونات وإلكترونات، فهل يمكننا قطع البروتون؟ إذا قصفنا البروتونات على طاقات عالية بجسيمات أولية أخرى كالبروتونات الأخرى على سبيل المثال، فإننا نبدأ بملاحظة وجود المزيد من الوحدات الأساسية المختبئة داخل البروتون. ويفترض الفيزيائيون الآن أن ما يعرف بالجسيمات الأولية كالبروتونات والنيوترونات مؤلفة في الواقع من جسيمات أولية أصغر تعرف بالكواركات (Quarks)، وهي «بألوان» ومذاقات مختلفة نظرا لأن خواصها، وضعت في محاولة لاذعة لجعل العالم ماتحت النووي أشبه مايكون بالمنزل. فهل هذه الكواركات هي أصغر مكونات المادة أم أنها هي الأخرى، مؤلفة من جسيمات أصغر منها أيضا؟ وهل سنصل أبدا إلى نهاية في فهمنا لطبيعة المادة، أم أن هناك تراجعا لا نهائيا نحو جسيمات أساسية أصغر فأصغر؟ هذه هي واحدة من المشكلات الكبرى غير المحلولة في العلم.

كان السعي نحو تحويل العناصر إلى عناصر أخرى يجري في القرون الوسطى في مبحث عرف بعلم السيمياء *Alchemy، وقد ظن الكثير من السيميائيين أن المادة هي مزيج من أربع مواد أساسية هي: الماء والهواء والتراب والنار، وهذه فكرة إغريقية أيونية قديمة. وقد فكروا أن تغيير نسب التراب والنار يجعل من الممكن تحويل النحاس إلى ذهب. وازدحم هذا الحقل بالمحتاجين والدجالين من أمثال كاغليوسترو، وكونت سانت جيرمين الذين لم يدعوا إمكان تحويل العناصر فحسب، بل زعموا أيضا أنهم يعرفون سر الخلود. كان الذهب أحيانا يُخبأ في وعاء ذي قعر مزيف لكي تظهر بشكل معجز في البوتقة في نهاية بعض التظاهرات التجريبية المثيرة. وفي ظل الإغراء بالثروة والخلود وجدت الطبقة النبيلة الأوروبية نفسها تحول كميات كبيرة من الأموال إلى محترفي هذه الحرفة المشكوك فيها. ولكن كان هناك

* الذي كان يهدف إلى تحويل المعادن الخسيسة إلى ذهب ـ المترجم.

مـزيف لكي تظهر بشكل معجـز في البوتقـة في نهايـة بعض التظاهـرات التجريبيـة المثيرة. وفي ظل الإغراء بالثروة والخلود وجدت الطبقة النبيلـة الأوروبية نفسها تحول كميـات كبيرة من الأمـوال إلى محترفي هذه الحرفـة المشكـوك فيها. ولكـن كان هنـاك سيميـائيون أكثـر جديـة مثل، باراسيلسـوس وحتى اسحق نيوتن. ولم تـذهب كل الأموال هـدراً فقد أمكن اكتشـاف عناصر كيميائيـة جديدة كـالفوسفـور والأنتيمون والـزئبق. وفي الحقيقة فإن أصـل الكيمياء الحديثـة يمكن أن يعـزى مباشرة إلى هـذه التجارب.

يوجـد ٩٢ نوعـا مميزا كيميـائيا مـن الذرات الموجـودة في الطبيعة. وتعـرف هـذه الـذرات بالعنـاصر الكيميـائية. وقـد كـانت حتى وقت قـريب تشكل كل شيء في كوكبنـا بالـرغم من أنها تـوجد، بصـورة رئيسية، متحدة بعضهـا بالبعـض الآخر في جزيئات. فالماء هو جـزيئة مؤلفة من ذرات الهيدروجين H والأكسجين O والهواء مؤلف في معظمـه من ذرات الآزوت N والأكسجين والكـربـون C والهيـدروجين والأرغون Ar بأشكال جزيئية N_2, Rr O_2 , CO_2 , H_2O والأرض نفسها هي مزيج غني جـدا من الـذرات التي يتـألف أغلبهـا من السيليكـون[٣] والأكسجين، والألومنيوم، والمغنيزيـوم، والحديد، أما النار فليست مؤلفة من عنـاصر كيميائية بل هي بـلازمـا[٤] مشعة أمكن فيهـا للحرارة العاليـة أن تجرد بعض الإلكترونات عن نواها. وهكذا فإن العناصر الأربعة التي عرفها الأيونيـون القدماء والسيميائيون ليست عناصر مطلقـا بالمعنى الحديث لهذه الكلمة، فإن واحـدا منها هو جـزيئة واثنين هما مزيج من الجزيئات والرابع هو بلازما.

اكتشف منذ زمن السيميـائيين المزيد من العنـاصر، وآخر ما اكتشف منهـا يبدو أندرها. والكثير منها مألوف كتلك التي تتألف منها الكرة الأرضية بصورة رئيسية، أو تلك التي تعتبر أساسية للحياة. بعض هذه العناصر صلب بينما يكون البعض الآخر

(٣) هناك سيليكـون Silicon ذرة، وسيليكـوون Silicone جزيئة، وهـذه الأخيرة هي واحدة من مليارات الجزيئـات المختلفة التي تحتـوي على السيليكون. وللسيليكون والسيليكـوون خواص واستخدامات مختلفة.

(٤) البلازما هنا هي غاز مؤين ـ المترجم.

غازيا واثنان منها هما البروم والزئبق، يكـونان سائلين في درجات الحرارة العـادية في جو الغرفة. ويصنف العلماء هذه العناصر عادة حسب تعقيدها. فالأبسط الذي هو الهيدروجين يعـد العنصر رقم ١ والأعقد الـذي هو اليـورانيوم يُعـد العنصر ٩٢. أما العنـاصر الأخـرى الأقل ألفـة، كـالهافنيـوم، والأربيـوم، والـديبروسيـوم، والبراسيوديميوم، فهي التي لا تستخدم كثيرا في حيـاتنا اليومية. وفي أغلب الحالات فإن العنصر الأكثر ألفة هو الأكثر توافـرا. والكرة الأرضية تحتوي على كمية كبيرة من الحديد بينما لا يوجد فيها سوى القليل من الأيتريوم. وهناك بالتأكيد استثناءات لهذه القـاعـدة كالـذهب واليـورانيـوم اللـذين هما عنصران ثمينان بحكم استخـدامـاتهما الاقتصادية أو الجمالية أو العملية عموما.

وتتكون الذرات في الحقيقـة من ثلاثة أنواع من الجسيمات الأوليـة هي البروتونات والنيوترونات والإلكترونات، وهذا اكتشاف حديث نسبيا فالنيوترون لم يكتشف حتى عـام ١٩٣٢ وقد عملـت الفيزيـاء الحديثـة والكيمياء على التقليل مـن تعقيد العـالم المحسوس إلى حـد مذهل من البسـاطة: فـالوحـدات الثلاث الموضـوعة في مختلف الأنماط تصنع، بصورة رئيسية، كل شيء.

النيوتـرونات كما قلنـا وكما يوحي اسمها لا تحمـل شحنة كهربـائية وللبروتـونات شحنة موجبـة، بينما توجد في الإلكترونات شحنـة سالبة معادلـة للشحنة الموجبة في البروتونات. وأن التجاذب بين الشحنات غير المتماثلة لـلإلكترونات والبروتونات هو مايُبقي الذرة متماسكة. وبما أن كل ذرة محايدة كهربائيا فإن عدد البروتونات في النواة يجب أن يكون مساويا تماما لعدد الإلكترونات في الغيمة الإلكترونية. وأن كيمياء ذرة ما تعتمد فقط على عدد الإلكترونات الذي يسـاوي عدد البروتونات ويعرف بالعدد الذري والكيمياء ببساطة ليست سوى أرقام، وهـذه فكرة كان فيثاغورث سيحبها لو وجدت في زمنـه. فلو كنت ذرة ببروتون واحد فأنت هيـدروجين وإذا كنت ببروتونين فأنت هليوم، وبثلاثـة فأنت ليثيوم وبأربعة فأنت بريليـوم، وبخمسة فأنت بورون، وبستة فأنت كـربون، وبسبعة فأنت آزوت، وبثمانيـة فأنت أكسجين، وهكذا حتى تصبح بروتوناتك ٩٢ فيكون اسمك عندئذ يورانيوم.

إن الشحنات المتماثلة شأنها شأن الشحنات عموما تنفر إحداها من الأخرى بقوة. ويمكننا أن نعتبرها كما لو كانت كراهية عمياء متبادلة بين أفراد النوع الواحد، وأن العالم يحفل بالنساك ومبغضي الجنس البشري معاً. الإلكترونات تنفر من الإلكترونات والبروتونات تنفر من البروتونات. فكيف يمكن إذن للنواة أن تظل متماسكة؟ ولماذا لا تتناثر أجزاؤها فوراً؟ سبب ذلك وجود قوة أخرى في الطبيعة ليست هي الجاذبية ولا الكهربائية، ولكنها القوة النووية القصيرة المدى وهي اشبه بمجموعة من الخطافات لا تعمل إلا عندما تقترب تماما البروتونات والنيوترونات فيما بينها، وتتغلب بذلك على التنافر الكهربائي بين البروتونات. فالنيوترونات التي تنبعث منها قوى نووية جاذبة ولا تنبعث منها قوى كهربائية نافرة، تقدم نوعا من الغراء اللاصق الذي يساعد على تحقيق التماسك داخل النواة. وما أشبهها في ذلك بنسّاك يتوقون إلى العزلة ومع ذلك فإنهم قيدوا رغما عنهم إلى جانب زملائهم المنفّرين ووضعوا وسط آخرين مرغمين على أن يبدوا نحوهم وداً لا يرغبون فيه.

اثنان من النيوترونات واثنان من البروتونات تشكل نواة الهليوم التي هي ثابتة جدا. وثلاث نوى هليوم تصنع نواة كربون وأربع منها تصنع الأكسجين، وخمس تصنع النيون، وست تصنع المغنيزيوم وسبع تصنع السيليكون وثمانٍ تصنع الكبريت وهكذا . . . وفي كل مرة نضيف بروتونا أو أكثر، وما فيه كفاية من النيوترونات للإبقاء على النواة في حالة تماسك، فإننا نصنع عنصرا جديدا. وإذا أخذنا بروتونا واحدا وثلاثة نيوترونات من الزئبق فإننا نحوله إلى الذهب، وكان هذا هو حلم السيميائيين القدماء. وبعد اليورانيوم توجد عناصر أخرى ليست متوافرة بشكل طبيعي على الأرض. وهي تصنع أو تركب من قبل الكائنات البشرية، وفي أغلب الحالات نجد أنها تتفتت فورا إلى أجزاء أو عناصر أخرى. وأن أحد هذه العناصر الذي يحمل الرقم ٩٤ يعرف بالبلوتونيوم وهو أكثر المواد المعروفة سمية. ولسوء الحظ فإنه يتفتت ببطء إلى أجزاء.

والسؤال الآن هو من أين تأتي العناصر الموجودة في الطبيعة؟ يمكننا أن نفكر بخلق منفصل لكل نوع ذري، ولكن الكون كله تقريبا، وفي كل مكان غالبا، مؤلف

من الهيدروجين والهليوم بنسبة ٩٩ بالمئة[٥]، علما أن هـذين العنصرين هما أبسط العناصر ويحملان الرقمين ١ و٢ في التسلسل العام. والهليوم كان قد اكتشف في الشمس قبل اكتشافه على الأرض، ومن هنا جاء اسمه (أي من هيليوس وهو أحد آلهة الشمس الأغريقية) فهل من الممكن أن تكون العناصر الكيميائية الأخرى قد تطورت من الهيدروجين والهليوم؟ لقد كان من أجل موازنة التنافر الكهربائي يؤتى بأجزاء المادة النووية إلى مسافة قريبة جدا فيما بينها بحيث يمكن للقوى النووية القصيرة المدى أن تعمل، ولا يمكن أن يحدث ذلك إلا في درجات حرارة عالية جدا حيث تتحرك الجسيمات بسرعة عالية جداً وبالتالي لا يتوافر الوقت لقوى التنافر كي تعمل، وتكون هذه الحرارة في حدود عشرات ملايين الدرجات المئوية. وفي الطبيعة لا تتوافر مثل هذه الدرجات العالية والضغوط المرافقة لها إلا داخل النجوم.

لقد فحصنا شمسنا، التي هي النجم الأقرب إلينا، في مختلف أطوال موجاتها اعتبارا من الموجات الراديوية حتى الضوء العادي المرئي والأشعة السينية، علما أن جميع هذه الموجات تنشأ من طبقاتها الخارجية القصوى. وتبين أن الشمس ليست حجراً ساخناً أحمر بالضبط حسبما فكر أناكساغوارس، بل كرة كبيرة من غازي الهيدروجين والهليوم، وتتألق بسبب درجات حرارتها العالية، شأنها شأن تألق القضيب المعدني المعد لإذكاء النار عندما ترتفع درجة حرارته إلى حد الاحمرار. كان أناكساغوارس محقا في استنتاجه وإن جزئيا على الأقل. إن العواصف الشمسية العنيفة تسبب ومضات متألقة تشوش على الاتصالات اللاسلكية على الأرض، وكذلك فإن كميات كبيرة من الغاز الحار الموجه بوساطة الحقل المغناطيسي للشمس، أو ما يعرف بالشواظ الشمسي، تعيق عمليات النمو على الأرض. أما البقع الشمسية التي ترى أحيانا حتى بالعين المجردة لدى غروب الشمس فهي مناطق أبرد نسبيا وذات حقل مغناطيسي أقوى، ولكن كل هذا النشاط العاصف والمضطرب والمستمر

(٥) تستثنى الأرض من ذلك، لأن الهيدروجين الذي وجد فيها في البداية هرب بكميات كبيرة إلى الفضاء بسبب جاذبيتها الضعيفة نسبيا. أما كوكب المشتري ذو الجاذبية الأقوى، فقد احتفظ بالجزء الأكبر من عنصر الهيدروجين الأكثر خفة بين العناصر.

يحدث في السطح المرئي والبـارد نسبيا . ونحـن لا نرى إلا السطح ذا درجـات الحرارة البالغة ٦٠٠٠ درجـة مئوية . أما الداخل المخفي للشمـس حيث ينشأ ضوؤها ، فإن درجة حرارته تبلغ ٤٠ مليون درجة مئوية .

تولد النجوم والكواكب المرافقة لها في الانهيـار الجاذبي لغيمة ما من الغاز والغبار، الموجودة فيما بين النجوم . فـاصطدام جزيئات الغاز في داخل الغيمـة يرفع من درجة حـرارتها ، وتصل هـذه الحرارة إلى الحد الـذي يبـدأ فيه الهيـدروجين بـالتحـول ، عبر الدمج ، إلى هيليوم : فتندمج أربع نوى هيدروجين لتشكل نواة هليوم واحدة ويرافق ذلك انطـلاق فوتـون أشعة غـامـا . ويشق الفوتـون طـريقه تـدريجيا عبر عمليـات امتصاصه ، وطرحه بوساطة المادة المحيطة به نحو سطح النجم . وهو يفقد جزءا من طاقتـه في كل خطوة من رحلته الملحمية التي تستغـرق مليون حتى يصل إلى السطح ويشع في الفضاء على شكل ضوء مرئي . لقـد أضيء النجم . وتوقف الانهيار الجاذبي للغيمـة قبل النجميـــة . ويعتمـد الآن ثقل الطبقـــات الخارجيـة للنجم على الحرارة والضغوط العالمية التي تتولد في التفاعلات النووية الداخلية . وشمسنا كانت في مثل هذا الوضع المستقر خلال الخمسة مليارات سنة الأخيرة . التفاعلات النووية الحرارية من النـوع الذي يتـم في القنبلة الهيـدروجينيـة هي التي تقـدم الطاقـة إلى الشمس في انفجـارات مستمرة ومحتـواة ، تحوّل نحو ٤٠٠ مليـون طن (٤ × ١٠^١٤ غــرام) من الهيدروجين إلى هليـوم كل ثانية . وعندمـا ننظر ليلا إلى السماء ونـرى النجوم فإن كل مانراه مضيئا ناجم عن تفاعلات الدمج النووي البعيدة في النجوم .

نجد في اتجاه النجم المعروف بذنب الدجاجة (Deneb) في كوكبة النجوم المسماة سيغنوس البجعـة (Sygnus.The Swan) فقاعة متألقـة كبيرة لغاز شديدة الحرارة ، ربما نجمت عن انفجارات نجوم مستعـدة عظمى (سوبرنوفا) مـاتت على مقربة من مركز هذه الفقاعة . وفي محيط الفقاعة تكون المادة بين النجوم مضغوطة بوساطة موجة الصدمة الناتجة عن انفجـار «سوبرنوفا» الأمر الذي يمهد لمرحلـة جديدة من الانهيار الغيمي وتشكل النجوم . وبهذا المعنى يكـون للنجوم آباء وعلى غـرار مايحدث للبشر أنفسهم ، فإن الأب قد يموت في الوقت الذي يولد فيه الابن .

والنجوم، شأنها شأن الشمس، تتولد على دفعات في المجموعات الغيمية المضغوطة جدا كالغيم الديمي المعروف باسم الجوزاء، وتبدو هذه الغيوم عند النظر إليها من الخارج قاتمة ومظلمة. لكنها تكون في الداخل مضاءة بشكل متألق بالنجوم الحارة المولودة حديثا.

وفي وقت لاحق تهيم النجوم خارج مسقط رأسها مفتشة عن حظوظها في درب اللبانة، بينما تبقى النجوم التي بلغت سن المراهقة، محاطة بحزم من الغيوم السديمية المضيئة، التي بقيت متصلة بوساطة الجاذبية بالغاز الأم. نجوم الثريا السبع مثال على ذلك. وعلى غرار ماهو عليه الأمر لدى العائلات البشرية، فإن النجوم التي بلغت سن الرشد ترحل بعيدا عن موطنها ولا يعود الأبناء يرون أحدهم الآخر إلا قليلا. وفي مكان ما في مجرتنا توجد نجوم وربما بالعشرات إخوة وأخوات لشمسنا تشكلت من المجموعة الغيمية ذاتها قبل مايقرب من خمسة مليارات سنة. ولكننا لا نعرف هذه النجوم، وربما تكون موجودة في الجانب الآخر من درب اللبانة.

إن تحول الهيدروجين إلى هليوم في مركز الشمس لا يؤدي فحسب إلى تألق الشمس بفوتونات الضوء المرئي بل يُنتج أيضا إشعاعا من نوع يتسم بدرجة أكبر من الغموض والشبحية. فالشمس تتوهج بشكل ضعيف بالنيوترينو الذي لا يزن شيئا شأنه شأن الفوتون، ويتحرك مثلها بسرعة الضوء. ولكن النيوترينوات ليست فوتونات، إنها ليست نوعا من الضوء. فالنيوترينوات تحمل، شأنها شأن الإلكترونات والنيوترونات، قوة دفع زاوية باطنية أو حركة مدّومة بينما لا تدوم الفوتونات أبدا. والمادة شفافة بالنسبة إلى النيوترينوات، التي تمر دون جهد تقريبا عبر الأرض. ولا توقف المادة التي تعترضها سوى جزء ضئيل جدا منها. فعندما أنظر إلى الشمس لمدة ثانية واحدة يدخل مليار نيوترينو عبر عيني لكن شبكة العين لا توقفها على غرار الفوتونات العادية بل تستمر دون أن يعيقها شيء حتى تعبر مؤخرة الرأس أيضا. والأمر المثير للفضول هو أنني لو نظرت إلى الأسفل ليلا إلى المكان الذي يمكن أن تكون فيه الشمس لو لم تحجبها الكرة الأرضية، فإن العدد نفسه من النيوترينوات الشمسية يمر عبر عيني متدفقا عبر الأرض المعترضة التي

تكون شفافة بالنسبة إلى النيوترينـوات شأنها شأن لوح من الزجاج الصافي بالنسبة إلى الضوء المرئي .

لو أن معرفتنا بداخل الشمس على الـدرجة التي نظنها من الكمال، ولو كنا نفهم الفيزياء النوويـة التي تصنع النيوترينو، سنكون عندئذ قـادرين على أن نحسب بدقة عالية عدد النيـوترينوات الشمسية التي يجب أن نتلقاهـا في منطقة معينة ككرة العين مثـلا، خلال وحـدة زمن معينة، كـالثانيـة. ولكن التأكـد التجريبي من الحسـاب أصعب بكثير. فمادامت النيوتـرينوات تمر بشكل مباشر عبر الأرض، فـلا يمكننا أن نمسك بنيوترينـو واحد. ولكن وجود العدد الكبير من النيوتـرينوات سيجعل جزءاً صغيرا منهـا يتفاعل مع المادة، ويمكن الكشـف عنه عنـد توافـر ظـروف ملائمـة. ويمكن للنيـوترينـو أن يحول في حالات نـادرة ذرات الكلور إلى ذرات أرغـون، التي تحتوي على العدد نفسه من البروتونات والنيـوترونات. ولكي نكتشف التدفق المتوقع للنيـوترينـو الشمسي فإننا نحتـاج إلى كمية كبيرة جـدا من الكلور، وقـد قام بـذلك الفيزيائيون الأميركيون الذين صبـوا كمية كبيرة من سائل التنظيف في منطقة هوستيك ماين في ليد، بولاية داكوتا الجنوبية كميات قليلة جدا من الكلور اختفت متحولة إلى أرغـون، وكلما ازدادت كميـة الأرغـون التي عثـر عليهـا دلت إلى وجـود المزيـد من النيوترينوات. هذه التجارب تشير إلى أن الشمس تحتـوي على عدد من النيوترينوات أقل مما تم التنبؤ به حسابيا .

يوجد سر حقيقي وغير محلول هنا. فـالتدفق النيوترينوي الشمسي الضعيف ربما لا يهدد بزعزعة وجهة نظرنا عن التركيب النووي للنجوم، ولكنه يعني بالتأكيد أمرا ما مهما. وتتراوح الفرضيات في هذا الصدد بين الفرضية القائلة إن النيوترينو يتفتت أثناء مـروره بين الشمس والأرض، والفكرة القـائلـة إن النيران النوويـة في داخل الشمس خمدت مؤقتـا وإن ضوء الشمس ينبعث حاليـا وبشكل جزئي، من التقلص الجاذبي البطيء. لكن علم الفلك المتعلق بالنيوتريتو لايـزال جديدا إلى حد كبير. وفي الوقت الحاضر، نقف مذهـولين إزاء ابتكارنا أداة نستطيع بـوساطتهـا النظر مباشرة إلى مـركز الشمس المتوهج. وعندما تتحسن حساسية التلسكوب النيوترينوي فقد يصبح ممكنا

سبر تفاعلات الاندماج النووي في أعماق النجوم القريبة.

ولكن تفاعل الاندماج النووي لا يمكن أن يستمر إلى الأبد: ففي الشمس أو في أي نجم آخر لا يوجد سوى قدر معين من الوقود الهيدروجيني في داخله. ويتوقف مصير النجم ونهاية دورة حياته إلى حد كبير على كتلته الأولية. وإذا احتفظ نجم ما، بعد أن يفقد جزءا ما من مادته في الفضاء، بكتلة أكبر من كتلة الشمس بمرتين أو ثلاث مرات، فإنه ينهي دورة حياته بأسلوب مختلف إلى حد مذهل عن الشمس. ومصير الشمس ذاتها مأساوي بما فيه الكفاية. فعندما يتفاعل الهيدروجين المركزي كله متحولا إلى هليوم بعد خمسة أو ستة مليارات سنة من الآن، فإن منطقة تفاعل الدمج النووي سوف تهاجر ببطء إلى الخارج بشكل قشرة متمددة من التفاعلات النووية الحرارية، حتى تصل إلى المكان الذي تكون فيه درجات الحرارة أقل من عشرة ملايين درجة مئوية تقريبا. وعندئذ تتوقف تفاعلات الاندماج النووي تلقائيا. وفي الوقت ذاته فإن الجاذبية الذاتية للشمس سوف تفرض تقلصا جديدا على المركز المخصب بالهليوم وزيادة أخرى في درجات الحرارة والضغوط في داخلها. وستتراص نوى الهليوم بدرجة أكبر تجعلها أشد التصاقا بعضها بالبعض الآخر، وتشرع خطافات القوى النووية القصيرة المدى بعملها على رغم قوى التنافر الكهربائية المتبادلة. وعندئذ يصبح الرماد وقوداً وتنطلق الشمس في دورة ثانية من تفاعلات الاندماج النووي.

سوف تولد هذه العملية عنصري الكربون والأكسجين، وتؤمن طاقة إضافية للشمس كي تستمر في الإضاءة لفترة محدودة. النجم كطائر العنقاء[٦]، ينبعث ثانية من رماده[٧]. ثم تتعرض الشمس لتغير كبير بسبب التأثير المشترك لاندماج

(٦) العنقاء طائر خرافي زعم قدماء المصريين أنه يعمر خمسة أو ستة قرون، وبعد أن يحرق نفسه ينبعث من رماده ـ المترجم.

(٧) إن النجوم الأكبر كتلة من الشمس تصبح ذات درجات حرارة وضغوط مركزية أكبر في مراحل تطورها الأخيرة. وتكون قادرة على الانبعاث أكثر من مرة من رمادها، مستخدمة الكربون والأكسجين وقوداً لتركيب عناصر أثقل.

الهيدروجين في القشرة الرقيقة البعيدة عن داخل الشمس، ويتمدد خلاله قسمها الخارجي ويبرد واندماج الهليوم العالي الحرارة في المركز. وتصبح الشمس نجما أحمر عملاقا يبعد سطحها المرئي عن داخلها لدرجة تضعف معها جاذبية هذا السطح، بينما يمتد جوها في الفضاء كنوع من العواصف النجمية. وعندما تصبح الشمس المتوردة اللون، والمتفخة، عملاقا أحمر، فإنها ستغلف كوكبي عطارد والزهرة وتلتهمهما، وربما تفعل الشيء نفسه بالأرض أيضا. آنذاك سيستقر الجزء الداخلي من النظام الشمسي داخل الشمس.

بعد مليارات السنين من الآن سيحل آخر يوم حسن على الأرض. بعده سوف تحمر الشمس وتتمدد ببطء، مشرفة على الأرض التي تصبح شديدة الحر حتى في قطبيها. وسوف تذوب عندئذ ثلوج القطبين الشمالي والجنوبي وتغمر الفيضانات شواطيء العالم. وستحرر درجات الحرارة العالية في المحيطات المزيد من بخار الماء إلى الجو، فتزداد الغيوم وتحجب عن الأرض ضوء الشمس مؤخرة النهاية قليلا. ولكن التطور الشمسي لن يرحم. ففي نهاية المطاف سوف تغلي المحيطات ويتبخر الجو في الفضاء وتحل بكوكبنا كارثة ذات أبعاد لا يمكن تصورها[8]. آنذاك سوف تكون الكائنات البشرية قد تطورت بالتأكيد إلى شكل مختلف تماما، وربما سيصبح أحفادنا قادرين على التحكم بالتطور النجمي أو تعديله. أو ربما سوف يحزمون أمتعتهم ويسافرون إلى المريخ إلى قمري يوروبا وتيتان، أو قد يفتشون، حسب تصور روبرت غودمان، عن كوكب غير مسكون في إحدى المنظومات الكوكبية الفتية والواعدة.

يمكن أن يعاد استخدام الرماد النجمي للشمس وقودا ضمن حدود معينة فقط. وفي النهاية سوف يأتي الوقت الذي يصبح فيه القسم الداخلي من الشمس مؤلفا كله من الكربون والأكسجين، عند ذاك لا يمكن حدوث التفاعلات النووية في درجات الحرارة والضغوط السائدة. وبعد أن يستهلك الهليوم المركزي كله، سوف يستمر القسم الداخلي للشمس في انهياره المؤجل، وسترتفع درجات الحرارة أيضا مطلقة

(٨) تنبأ الأزتيكيون (Aztecs) بذلك الزمن «الذي تصبح فيه الشمس تعبة. وتكون بذور الأرض قد انتهت» عندئذ سوف تسقط الشمس، حسب اعتقادهم من السماء، وسوف تتساقط النجوم أيضا من السماوات.

الدورة الأخيرة من التفاعلات النووية، وممددة الجو الشمسي قليلا، وفي الرمق الأخير سوف تنبض الشمس ببطء متمددة ومتقلصة بمعدل مرة واحدة كل بضعة آلاف سنة، وفي النهاية سوف تلفظ جوها إلى الفضاء في قذيفة غازية واحدة مركزة أو أكثر. أما القسم الداخلي الحار المكشوف، فسوف يغمر القذيفة بالضوء فوق البنفسجي محدثاً شعشعة فاتنة من اللونين الأحمر والأزرق تمتد إلى ما وراء مدار كوكب بلوتو. وربما ستفقد نصف كتلة الشمس بهذا الشكل. وسيمتلىء النظام الشمسي عندئذ بإشعاع مخيف هو شبح الشمس المبحرة خارجها.

عندما ننظر حولنا في تلك الزاوية الصغيرة من مجرة درب اللبانة نرى الكثير من النجوم المحاطة بأغلفة كروية من الغاز المتألق أو الغيوم السديمية الكوكبية (وهي لا تمت بصلة إلى الكواكب لكن البعض منها يبدو في التلسكوبات السفلية مثل الأقراص ذات اللون الأزرق المخضر التي تحيط بأورانوس ونبتون). وهي تبدو كحلقات، ولكن ذلك لأنها، على غرار فقاعات الصابون التي نراها في محيطها أكثر مما في مركزها. وعموما فإن كل منظومة سديمية هي علامة على نجم في الاحتضار. وقد توجد قرب النجم المركزي حاشية من العوالم الميتة، والتي هي بقايا الكواكب التي كانت في يوم ما مليئة بالحياة. وهي الآن دون هواء أو محيطات، تستحم في إشراقة الطيف المنذر بموت صاحبه. وهكذا فإن بقايا الشمس، ذلك اللب المكشوف منها سيصبح في البداية إذ يغلفه السديم الكوكبي نجماً حاراً صغيراً، يبرد بتأثير الفضاء المحيط به، وينكمش بكثافة لا مثيل لها على الأرض، تبلغ حد طن لكل ملعقة شاي واحدة. وبعد مليارات السنين من ذلك الوقت ستصبح الشمس قزما أبيض متفسخاً ككل تلك النقاط الضوئية التي نراها في مراكز الغيوم السديمية الكوكبية، تبرد حرارة سطحه العالية حتى يبلغ وضعه الأخير ويصبح قزماً ميتاً أسود قاتما.

إن أي نجمين لها الكتلة نفسها سوف يتطوران بشكل متماثل تقريبا. ولكن النجم ذا الكتلة الأكبر سوف يستهلك وقوده النووي بسرعة أكبر، وما يلبث أن يصبح عملاقاً أحمر، ويسبق الآخر في التدهور إلى مرحلة القزم الأبيض النهائية. وهكذا فلابد أن يكون هناك الآن، كما كان في الماضي، الكثير من حالات النجوم

المزدوجة التي يكون أحدها عملاقا أحمر، والثاني قزماً أبيض. بعض هذه الأزواج قريبة جدا أحدها من الآخر لدرجة التماس، حيث يتدفق الجو النجمي المتوهج من العملاق الأحمر المنتفخ إلى القزم الأبيض المتقلص، وهو يميل إلى السقوط على جانب معين من سطح القزم الأبيض. ويتراكم الهيدروجين متقلصا بضغوط تتزايد شدتها بسبب الجاذبية الشديدة للقزم الأبيض حتى تحدث التفاعلات النووية الحرارية في الجو المسروق من العملاق الأحمر ويتوهج القزم الأبيض مشرقاً لفترة قصيرة. ويسمى مثل هذا النجم المزدوج المستسعر (Nova)[(٩)] وله منشأ مختلف تماما عن المستسعر الأعظم (Super Nova) فالمستسعرات لا تحدث إلا في المنظومات النجمية المزدوجة، وتستمد طاقتها من اندماج الهيدروجين، بينما تنشأ المستسعرات الأعظم في النجوم المنفردة، وتستمد طاقتها من اندماج السيليكون.

لا تلبث الذرات التي تتركب في داخل النجوم أن تعاد إلى الغاز الموجود بين النجوم وتجد العمالقة الحمر أجواءها الخارجية تتناثر بعيداً في الفضاء، فيما تذرو ذراها الغيوم السديمية الكوكبية التي تشكل المراحل النهائية للنجوم الشبيهة بالشمس. وتقذف المستسعرات الأعظم بعنف معظم كتلها النجمية إلى الفضاء. وبطبيعة الحال، فإن الذرات المعادة هي التي صنع معظمها في التفاعلات النووية الحرارية في داخل النجوم. فالهيدروجين يندمج مشكلا الهليوم، والهليوم يندمج مشكلا الكربون، والكربون يندمج مشكلا الأوكسجين وبعد ذلك تتعاقب في النجوم الكبيرة إضافات لنوى أخرى من الهليوم، فيتشكل النيون، والمغنزيوم، والسيليكون، والكبريت.. الخ. وتتم هذه الإضافات على مراحل وبمعدل بروتونين ونيوترونين في كل مرحلة، وتستمر هذه العملية وصولا إلى الحديد. ويولد الاندماج المباشر للسيليكون الحديد أيضا، وذلك بدمج ذرتي سيليكون تحتوي كل منهما على ٢٨ بروتونا ونيوترونا، وبدرجة حرارة تبلغ مليارات الدرجات، لتشكلا ذرة حديد تحتوي على ٥٦ بروتونا ونيوترونا.

(٩) المستسعر: هو نجم منفجر يتعاظم ضياؤه فجأة ثم يخبو في بضعة شهور أو بضع سنوات ـ المترجم.

تلك هي العناصر الكيميائية المألوفة كلها، ونحن نعرف اسماءها، لكن التفاعلات النجمية النووية لا تولّد حالا الأربيوم، والهافنيوم، والديبروسيوم، والبرادسيوديميوم أو الايتريوم بل تولّد العناصر التي نعرفها في حياتنا اليومية، والتي تعود إلى الغاز الموجود بين النجوم، حيث تتجمع في جيل لاحق من الانهيار الغيمي وتشكل النجوم والكواكب. جميع العناصر الموجودة في الأرض باستثناء الهيدروجين وبعض الهليوم كانت قد «طبخت» في نوع ما من السيمياء النجمية قبل مليارات السنين في النجوم، التي يشكل بعضها الآن أقزاما بيضاء مبهمة في الطرف الآخر لمجرة درب اللبانة. فالآزوت في الحمض النووي «دنا» DNA الموجود في جسمنا، والكالسيوم الموجود في أسناننا، والحديد الموجود في دمنا، والكربون الموجود في فطائر التفاح، كانت كلها قد صنعت في داخل النجوم المنهارة. وبالتالي، فنحن نتألف من مواد نجمية.

تولد بعض العناصر الأكثر ندرة في انفجار المستسعر الأعظم ذاته. وإذا كان يوجد لدينا الكثير نسبيا من الذهب واليورانيوم على الأرض، فإن ذلك ناجم عن حدوث الكثير من انفجارات المستسعرات الأعظم قبل أن يتشكل النظام الشمسي ذاته. أما المنظومات الكوكبية الأخرى فيمكن أن توجد فيها كميات مختلفة إلى حد ما عما هو موجود لدينا من عناصر نادرة. فهل هناك كواكب يعرض سكانها بزهو، القلادات المصنوعة من عنصر النوبيوم، والأساور المصنوعة من البروتاكتينيوم، بينما لا يستخدم فيها الذهب إلا لأغراض مخبرية؟ وهل كانت حياتنا على الأرض ستتحسن لو كان الذهب واليورانيوم على درجة من عدم الأهمية مماثلة للبراسيوديميوم؟

إن منشأ الحياة وتطورها مرتبطان بشكل جوهري بمنشأ النجوم وتطورها. فمن ناحية أولى نجد أن المادة نفسها التي نتألف نحن منها، والذرات التي تجعل الحياة ممكنة، كانت قد ولدت منذ زمن طويل وفي أماكن بعيدة في النجوم الحمراء العملاقة.

فالوفرة النسبية للعناصر الكيميائية التي وجدت في الكون تتوافق مع الوفرة

النسبية للذرات المتولدة في النجوم بشكل لا يترك سوى قليل من الشك في أن النجوم الحمراء العملاقة والمستسعرات الأعظم هي الأفران والبواتق التي صنعت فيها المادة. وأن شمسنا هي نجم من الجيل الثاني أو الثالث وجميع المادة الموجودة فيها وجميع المواد التي نراها حولنا، كانت قد مرت عبر دورة أو دورتين سابقتين للسيمياء النجمية. ومن ناحية ثانية فإن وجود بعض مجموعات الذرات الثقيلة على الأرض يوحي بأن مستسعرا أعظم كان قد انفجر في الجوار قبل تشكل النظام الشمسي بوقت قصير. لكن هذا لا يحتمل أن يكون مجرد مصادفة، والاحتمال الأكبر أن موجة الصدمة الناجمة عن هذا الانفجار ضغطت الغاز والغبار الموجودين بين النجوم، وأدت إلى بدء تكثف النظام الشمسي ذاته، ومن ناحية ثالثة فعندما تشكلت الشمس، وبدأت تمارس تأثيراتها، تدفق إشعاعها فوق البنفسجي إلى جو الأرض. وولّدت حرارته البرق، وأطلقت مصادر الطاقة هذه الشرارة في الجزيئات العضوية المعقدة مما أدى إلى نشوء الحياة. ومن ناحية رابعة، فإن الحياة على الأرض تستمر حصرا معتمدة على ضوء الشمس. فالنباتات تجمع الفوتونات وتحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية. والحيوانات تعيش على النباتات. وكذلك فإن الزراعة هي مجرد حصاد منظم لضوء الشمس، تستخدم فيها النباتات بوصفها وسطاء شحيحين. وهكذا فنحن كلنا تقريبا نستمد الطاقة من الشمس. وأخيرا فإن التغيرات الوراثية التي تدعى الطفرات الوراثية (Mutation) تقدم المادة الأولية اللازمة للتطور. هذه الطفرات التي تنتقي الطبيعة منها أنواعا جديدة من أشكال الحياة تتم جزئيا بوساطة الأشعة الكونية، وهي جسيمات عالية الطاقة تنقذف بسرعة الضوء تقريبا في انفجارات المستسعرات الأعظم. وأن تطور الحياة على الأرض يحثه جزئياً الموت المأساوي للشموس الكبيرة البعيدة.

تصور أنك تحمل عداد غيغر* وقطعة من فلزات اليورانيوم إلى مكان ما عميق تحت الأرض، وليكن منجما للذهب، أو مجرى لحمم البراكين، أو كهفا محفورا عبر الأرض بوساطة نهر من الصخور الذائبة. هذا العداد يصدر صوتاً عندما يتعرض

* جهاز يقيس الإشعاعات النووية ـ المترجم.

لأشعة غاما أو للدقائق المشحونة بطاقة عالية كالبروتونات ونوى الهليوم. وإذا قرّبناه من فلزات اليورانيوم التي تشع نوى الهليوم* في تفتتها النووي التلقائي يزداد معدل العد وعدد القرقعات في الدقيقة بشكل دراماتيكي. وإذا أسقطنا قطعة اليورانيوم في وعاء رصاصي ثقيل، يقل معدل العدّ بشكل ملموس، فالرصاص امتص إشعاع اليورانيوم، لكن تظل بعض أصوات القرقعة مسموعة. جزء من الأصوات الباقية ينجم عن النشاط الإشعاعي الطبيعي في جدران الكهف. لكن هناك عددا من الأصوات أكبر مما يعطيه النشاط الإشعاعي. بعضها ناجم عن الجسيمات المشحونة بطاقة عالية التي تنفذ عبر السقف. وهكذا فنحن نسمع الأصوات الناجمة عن الأشعة الكونية التي كانت قد نشأت في عصر آخر في أعماق الفضاء إن الأشعة الكونية المكونة إلى حد بعيد من الإلكترونات والبروتونات كانت تقصف الأرض خلال كل تاريخ الحياة على كوكبنا. إن نجما ما يدمر نفسه في مكان يبعد آلاف السنين الضوئية، وتنتج عنه أشعة كونية تنطلق لولبياً عبر مجرة درب اللبانة لفترة ملايين السنين حتى يضرب جزء منها بالمصادفة، ومادتنا الوراثية. وربما كانت بعض الخطوات الرئيسية في تطور الشيفرة الوراثية أو في انفجار العصر الجيولوجي القديم إمبريان أو في انتقال أول أجدادنا إلى السير على قدمين فقط، قد بدأت بتأثير الأشعة الكونية.

سجل الفلكيون الصينيون في ٤ تموز (يوليه) من عام ١٠٥٤ ما سموه «النجم الضيف» في مجموعة نجوم توروس (الثور). فثمة نجم لم يُرَ سابقا قط أصبح أكثر لمعانا من أي نجم آخر في السماء. وفي منتصف الطريق حول العالم في الجنوب الغربي الأميركي، كانت توجد حضارة رفيعة وغنية بالمعرفة الفلكية شاهد أهلها أيضا هذا النجم اللامع[١٠] ونحن نعرف الآن من الكربون ١٤ تاريخ بقايا الفحم النباتي المحترق، أنه وجد بعض الأناسازيين، وهم أجداد الهوبيين الحاليين، ممن عاشوا

* أشعة ألفا ـ المترجم.

(١٠) وكذلك فإن المراقبين المسلمين لاحظوا هذا النجم. ولكن لا توجد أي كلمة عنه في كل حوليات أوروبا.

تحت سلسلة صخرية في المنطقة المعروفة الآن بنيومكسيكو في منتصف القرن الحادي عشر. ويبدو أن أحد هؤلاء كان قد رسم على الجرف الصخري المعلق في مكان محمي من تأثيرات الطقس صورة للنجم الجديد. وبدا موقعه بالنسبة إلى القمر الهلال مطابقا تماما لما وصف به. ووجدت أيضا كتابة يدوية ربما كانت توقيع الفنان.

يعرف الآن هذا النجم المرموق، والذي يبعد خمسة آلاف سنة ضوئية، باسم «مستسعر السرطان» لأنه كان قد بدا لأحد الفلكيين بعد عدة قرون لاحقة شبيهاً بحيوان السرطان عندما نظر إلى بقايا الانفجار من خلال تلسكوبه. وسديم «السرطان» هو بقايا نجم كبير نسف نفسه. وقد رئي هذا الانفجار من الأرض بالعين المجردة ولفترة ثلاثة أشهر. كان هذا الضوء يُرى نهارا بوضوح، ويمكن بسهولة القراءة على ضوئه ليلا. ويبلغ معدل حدوث المستسعر الأعظم في أي مجرة مرة واحدة في كل قرن.

ويقدر أن تحدث خلال عمر مجرة نموذجية، الذي يبلغ نحو عشرة مليارات سنة، انفجارات في مئة مليون نجم وهو عدد كبير جدا، ولكنه لا يشكل سوى نجم واحد من ألف. وكان قد رصد في مجرة درب اللبانة بعد انفجار عام ١٠٥٤ نجم مستسعر أعظم آخر في عام ١٥٧٢ وصف من قبل تيكوبراهيه Tycho Brahe، وانفجار آخر بعد ذلك في عام ١٦٠٤ وصف من قبل جوهانز كبلر[١١] ولسوء الحظ لم يلحظ انفجار مستسعر أعظم في مجرتنا منذ اختراع التلسكوب وبقي الفلكيون يتحرقون شوقاً لرؤية هذه الظاهرة لقرون عدة.

لكن انفجارات المستسعر الأعظم تراقب الآن بصورة روتينية في المجرات الأخرى.

(١١) نشر كبلر في عام ١٦٠٦ كتابا بعنوان «عن النجم الجديد» تساءل فيه عما إذا كان انفجار «المستسعر الأعظم» حدث نتيجة لارتباط بعض الذرات فيما بينها بشكل عرضي في السماء، وهو يقدم ما قاله على أنه ليس رأيه، بل رأي زوجته: «فالبارحة عندما كنت تعبا من الكتابة دعتني زوجتي إلى العشاء ووضعتْ أمامي صحن السلطة الذي كنت طلبته وقلت عندئذ: يبدو لي أنه إذا كانت الصحون المصنوعة من القصدير، وأوراق الخس، وحبات الملح، وقطرات الماء، والخل، والزيت، وقطع البيض، تحلق في الهواء إلى الأبد، فقد يحدث أخيرا مصادفة أن تأتي السلطة. فأجابت زوجتي بلهجة محببة: ولكنها لن تكون رائعة كهذه التي صنعتها لك».

ومن بين الانفجارات التي أرشحها شواهد يمكنهـا أن تذهل أي فلكي ممن عاشوا في بداية قرننا الحالي، تلك التي كتب عنها ديفيد هلفاند، ونوكس لونغ، في عدد المجلة البريطانية Nature من عام ١٩٧٩، وجاء فيها: «في الخامس من شهر آذار (مارس) من عام ١٩٧٩ سُجِّل انفجار شديـد جدا للأشعة السينية X - Rays وأشعة غـاما بوساطة شبكة استشعار الانفجارات في المركبة الفضائية التاسعة وحدد هذا الانفجار حسب معطيات زمن التحليق في الموقع المتـوافق مع بقايـا المستسعر الأعظم «ن ٤٩» في «غيمة ماجلان الكبرى».

سميت هذه الغيمة باسم «غيمة ماجلان الكبرى» لأن ماجلان كان أول شخص في نصف الكرة الأرضية الشمالي يلاحظها، وهي مجرة صغيرة تـابعة لمجرة درب اللبانة وتبعد عن نظامنا الشمسي ١٨٠ ألف سنة ضـوئية. ويوجد أيضا، حسبما يحتمل أن تتوقـع، غيمـة ماجـلان الصغرى). ومهما يكن الأمـر، ففي العدد نفسـه من مجلة Nature يؤكد ي. ب مازيـتس وزملاؤه في معهد «يوفه» في لينينغراد، الذين رصدوا هذا المصدر ذاته بوساطة جهـاز كشف الانفجارات الغامية الموجود على متن مركبتي الفضاء «فينيرا ـ ١١» و«فينيرا ـ ١٢» في أثناء طريقهما للهبوط على كوكب الزهرة أن ما شوهد هو ضوء ساطع لنجم خفي Pulsar يبعد بضع مئات السنين الضوئية فقط. ولكن بالـرغم من الاتفاق الوثيق بما يتعلـق بالموقع فإن هيلفانـد ولونغ لا يصران على أن تفجـر أشعة غـاما مـرتبط مع بقـايا انفجـار المستسعر الأعظم. وهما يأخـذان في الاعتبـار عدة بـدائل، بما فيها الاحتمال المدهش بـأن المصدر مـوجود ضمن النظـام الشمســي. وربمــا يكـون هـذا هـو العـادم الغازي المتخلـف عن مركبـة نجميـة لكائنـات فضائيـة عائــدة إلى وطنـها بعد رحلـة طويلـة ولكن إثارة مـوضوع النيران النجميــة في «ن ٤٩» هي الفــرضيـة الأبسط: فنحن متأكـدون مـن وجـود أشيـاء المستسعر الأعظم.

إن مصير النظـام الشمسي الـداخلي (عطـارد والـزهـرة والأرض) عنـدمـا تصبح الشمس عملاقا أحمر هو كئيب بما فيه الكفـاية. ولكن هذه الكواكب لن تذوب على الأقل أو تحرق بانفجـار مستسعر أعظم. فهذا المصير محفـوظ للكواكـب القـريبة من نجوم أكبر من الشمس. وبما أن هذه النجـوم ذات درجات الحرارة والضغوط الأعلى

تبـدد مخزونها من الوقـود النووي فإن أعمارهـا تكون أقصر بكثير من عمـر الشمس، فنجم أكبر من الشمس بعشر مـرات يستطيـع أن يحول الهيـدروجين الموجـود فيـه إلى هليوم خـلال بضعة مـلايين من السنين، قبل الانتقال إلى التفـاعلات النـووية التي تأتي في المرحلة الثانية ولا تدوم طويلا. وهكذا، فلن يتوافر وقت كاف لتطور أشكال متقدمـة من الحياة على أي مـن الكواكب الـدائرة حول هذا النجـم الكبير. وسيكون نادرا أن يعرف السكان في مكان آخر أنه سيحدث انفجار في نجمهم لأنهم إذا عاشوا مافيه الكفاية ليفهموا الانفجار النجمي فلا يحتمل أن يعاني نجمهم هذا الانفجار.

إن التمهيد الأساسي لحدوث الانفجـار النجمي هو نشوء جزء مـركزي كبير جدا من الحديد عن اندماج السليكون. ففـي الضغط الشديد جدا تتشكل الإلكترونات الحرة في داخل النجـوم مع البروتـونـات في نـوى الحديـد، فيما تلغي الشحنـات الكهربـائية المتماثلة والمتضـادة بعضها البعض الآخر، ويتحـول داخل النجم إلى نواة ذرية عمـلاقة واحـدة تحتل حجما أصغر بكثير مـن الإلكترونات ونوى الحديـد التي تشكلت منها فينفجر الجزء المركزي داخليا بعنف فيما يرتد القسم الخارجي وينتج عن ذلك انفجـار النجم «المستسعـر الأعظم» ويمكن لهذا الانفجـار النجمي أن يكـون أكثر لمعانا من التألق المشترك لكل النجـوم الأخرى في المجرّة التي حدث فيها. وجميع هـذه النجوم العمـلاقة جـدا ذات اللون الأبيض المزرق التي ظهـرت أخيرا في الجوزاء مـرشحة خـلال بضعة مـلايين من السنين، للانفجـار في نوع من الألعـاب الناريـة الكونية المستمرة في كوكبة الجوزاء.

يقذف «المستسعر الأعظم» المرعب إلى الفضاء معظـم مادة النجم الذي نشأ عنه والتي تضـم كمية قليلة من الهيدروجين والهليوم المتبقين فيه وكميات كبيرة من الذرات الأخرى كالكربون، والسليكون، والحديد، واليـورانيوم والباقي فيه هو الجزء المركزي المكون من النيوترونات الساخنة المرتبطة فيما بينها بوساطة القوى النووية والتي تشكل نواة ذرية كبيرة يبلغ وزنها الذري نحو $١٠^{٥٦}$، إنها شمس يبلغ قطرها ثلاثين كيلومترا مؤلفة من شظية نجمية منكمشة وكثيفة، ومصعوقة وهي نجم نيوتروني يدور بسرعة. وعندما ينهـار الجزء المركزي من العملاق الأحمر ليشكل مثل هذا النجـم النيوتروني، فإنه يـدوِّم بسرعة أكبر، والنجم النيوتـروني في مركز «سـديم السرطان» هو نـواة ذرية

بالغة الضخامة تساوي حجم حي مانهاتن وتدور لولبيا ثلاثين مرة في الثانية ويجتذب حقلها المغناطيسي القوي، الذي ازدادت شدته في أثناء الانهيار، الجسيمات المشحونة على غرار مايفعل الحقل المغناطيسي الأضعف منه بكثير في كوكب المشتري وتبعث الإلكترونات في الحقل المغناطيسي الدوار إشعاعات حزمية ليس بذبذبات راديوية فقط، بل بشكل ضوء مرئي أيضا. وإذا وقعت الأرض ضمن أحد أحزمة هذه المنارة الكونية، فإننا نراها تتوهج مرة واحدة في كل دورة. هذا هو السبب الذي يجعلنا ندعوها مصدرا كونيا للإشارات الراديوية السريعة والمنتظمة (Pulsar) وإذ تومض وتتك هذه النجوم النابضة مثل البندول فإنها تضبط الوقت بشكل أفضل من أدق الساعات العادية. إن التوقيت الطويل الأمد لمعدل النبضات الراديوية لبعض هذه المصادر التي نذكر منها مايعرف بـ (PSR 0329 + 54) يوحي باحتمال وجود كوكب صغير أو عدة كواكب ترافقها، وربما يمكن أن يحافظ كوكب على البقاء لدى تحول النجم الذي يدور حوله إلى نجم نابض أو ربما يمكن أن يقتنص في وقت لاحق، وإني أعجب كيف تبدو السماء فوق سطح مثل هذا الكوكب.

يعادل وزن مادة النجم النيوتروني زنة جبل عادي ملء ملعقة شاي واحدة، فهي من الثقل لو أمسكت بيدك قطعة صغيرة منها وأفلتها (لا يمكنك أن تفعل أي شيء آخر غير ذلك) فإنها يمكن أن تخرق الكرة الأرضية بسهولة، كحجر ساقط عبر الهواء، محدثة فيها ثقبا لنفسها عبر الكرة الأرضية كلها حتى تخرج في الطرف الآخر منها، ربما في الصين. قد يكون الناس في تلك البلاد خارجين للتنزه منشغلين بشؤونهم الخاصة عندما تخرج القطعة الصغيرة من النجم النيوتروني من باطن الأرض وتحلق في الجو لحظة ثم تعود إليها ثانية، محدثة نوعا من التغيير على الأقل في الروتين اليومي. ولو أسقطت قطعة مأخوذة من مادة النجم النيوتروني من الفضاء القريب في الوقت الذي تدور الكرة الأرضية تحتها فإنها ستغطس بشكل متكرر في الكرة الأرضية الدوارة محدثة فيها مئات الآلاف من الثقوب قبل أن يوقف الاحتكاك بداخل كوكبنا حركة هذه القطعة وقبل أن تستقر القطعة المذكورة في مركز الكرة الأرضية وأن باطن كوكبنا يمكن أن يبدو لفترة كالجبنة السويسرية المثقبة حتى تندمل جروحه بوساطة سيل الصخور والمعادن المتدفق تحت الأرض، ومن حسن الحظ أن قطعا

كبيرة من مـادة النجم النيـوتـروني غير معـروفـة على الأرض، ولكن القطع الصغيرة موجودة في كل مكـان فالقوة المخيفة للنجم النيـوتروني تكمن في نواة كل ذرة وتختبيء في كل فنجـان شاي، وفي كل زغبـة[12] وفي كل نفـس من الهواء، وفي كـل فطيرة تفاح. النجم النيوتروني يعلمنا احترام الأشياء المألوفة.

إن نجما كشمسنا سـوف ينهي حياته كما رأينـا بأن يصبح عملاقا أحمر، ثم قـزماً أبيض والنجم البـالغ ضعفي كتلـة الشمس يصبح، عنـدما ينهـار مستسعـرا أعظم (سوبر نـوفا) ثم يتحول إلى نجم نيوتروني. ولكن نجما أكبر ضخامـة يبقى بعد مروره بمـرحلـة المستسعـر الأعظم، مسـاويا، على سبيـل المثال، لخمسـة أضعـاف كتلـة الشمس، ينتظره مصير آخر أكثر أهمية، إذ تحولـه جاذبيته إلى ثقب أسود. ولنفترض أننا امتلكنا ماكينة جاذبية سحـرية، جهازا يمكننا من التحكم بجاذبية الأرض، عن طريق إدارة قرص الهاتف، القرص منصوب في البداية وكل شيء يسلك السلوك على الرقم ١ ج[13] وكل شيء يسلك السلوك ألذي نشأنا على توقعه.

جميع الحيوانـات والنباتات على الأرض وهيـاكل مبانينـا تطورت أو صممت على أساس «١ ج». ولـو أن الجاذبية كـانت أقل من ذلك بكثير، فلربما وجـدت أشكال طويلـة ومغزلية لن تتعثر أو تـدمر بسبب وزنها. ولو أن الجاذبيـة كانت أكبر بكثير،

---

(١٢) الزغبة: هي حيوان من القوارض شبيه بالسنجاب ـ المترجم.

(١٣) «١ ج» هو التسارع الذي يحدث لـدى سقوط الأشياء على الأرض، وهـو يساوي تقـريبا ١٠ أمتار في الثانية كل ثانية. فالحجر الساقط يصل إلى سرعة ١٠ أمتار في الثانية بعد ثانية واحدة من السقـوط، وإلى سرعة ٢٠ مترا في الثـانية بعـد ثانيتين، ويستمـر ذلك حتى يصطدم بـالأرض أو يبطئه الاحتكاك بالهواء. وفي عالم آخـر حيث يكون التسارع الناجم عن الجاذبية أكبر بكثير، فإن الأجسام الساقطـة تزيد من سرعتها حسب الكميات الأكبر الموافقة لها. ففي العـالم الذي يكون تسارعه (١٠ ج) فإن الحجـر الساقط سيتحرك بسرعة ١٠ × ١٠ متر/ ثا أو ١٠٠ متر/ ثـا تقريبا، و٢٠٠ متر/ ثـا بعد الثـانيـة الثانيـة وهكـذا. ويمكن لأي زلـة أن تكون مميتـة، ويجب أن يكتب التسارع الناجـم عن الجاذبية بالحرف الصغير ج دائما (ليس لدينـا حروف صغيرة وكبيرة في اللغة العربيـة ـ المترجم)، لكي تفـرق بينه وبين معامل الجاذبيـة النيوتوني (نسبـة إلى نيوتن) الـذي هو قياس لقـوة الجاذبية في كل مكان من الكون، وليـس في أي عالم أو نجم نناقشه. وعمـوما، فإن العـلاقة النيوتونية للكميتين هي ($F = mg = GM\,m/r^2, GM/r^2$) علما أن (F) هي قوة الجاذبية و(M) هي كتلة الكوكب أو النجم، و (m) هي كتلة الجسم الساقط و (r) هي المسافة بين الجسم الساقط ومركز الكوكب أو النجم).

لكانت الحيوانات والنباتات والمباني أقصر طولا وأكثر ثخانة وقوة، لكيلا تنهار. ولكن حتى في حقل الجاذبية القوي تماما سوف يسير الضوء في خط مستقيم، على غرار ما يفعل بالتأكيد، في حياتنا اليومية الراهنة.

لنأخذ في الاعتبار مجموعة نموذجية من الكائنات الأرضية في حفلة شاي من الحفلات الواردة في قصة «أليس في بلاد العجائب».

فعندما نخفض الجاذبية يقل وزن الأشياء وعندما نقترب من «صفر ج»، فإن أخف حركة تجعل أصدقاءنا يعومون ويتشقلبون في الهواء. والشاي المسفوح، أو أي سائل آخر، يشكل فقاعات كروية معلقة في الهواء: فالتوتر السطحي للسائل يتغلب على الجاذبية. وتنتشر كرات الشاي في كل مكان. ولو أننا أدرنا القرص الآن على الرقم «١ ج» لهطل مطر من الشاي. وعندما نزيد الجاذبية قليلا، وليكن على سبيل المثال، من «١ ج» إلى «٣ ج» أو «٤ ج» فإن كل إنسان يصبح مسمرا في مكانه. حتى تحريك اليد يحتاج إلى جهد كبير جدا. وفي تصرف ودي نبعد أصدقاءنا من مجال تأثير ماكينة الجاذبية قبل أن ندير القرص إلى أرقام جاذبية أقوى. إن حزمة الضوء المنطلقة من مصباح عادي تتحرك في خط مستقيم تماما (ضمن حدود قدرتنا على رؤيتها) عندما تزداد الجاذبية بضع مرات، وبشكل لا يختلف عن تحركها في جاذبية تبلغ «صفر ج» وحتى في الجاذبية البالغة «١٠٠٠ ج» تظل الحزمة في خط مستقيم، ولكن الأشجار تصبح مسحوقة ومسوّاة بالأرض أما في الجاذبية البالغة «١٠٠ ألف ج» فحتى الصخور تتهشم بثقل وزنها. وفي نهاية المطاف لا يظل شيء على قيد البقاء باستثناء قطة تشيشاير (Chechire)، وربما بتدبير إلهي خاص حسب قصة «أليس في بلاد العجائب» وعندما تقترب الجاذبية من «مليار ج» يحدث شيء أغرب. فحزمة الضوء التي كانت حتى الآن مستقيمة تبدأ بالانحناء. ففي التسارعات الناجمة عن الجاذبية الفائقة القوة حتى الضوء ذاته يتأثر. وإذا زدنا الجاذبية أكثر من ذلك فإن الضوء ينسحب إلى الخلف نحو الأرض على مقربة منا. وعندئذ تختفي قطة تشيشاير الكونية ولا تبقى سوى تكشيرتها الجاذبة التي تروي القصة أنها تظل حتى بعد اختفائها.

عندما تكـون الجاذبية عالية بما فيه الكفـاية، لا يمكن لأي شيء، حتى الضوء، أن يفر منها. ويـدعى هذا المكان ثقباً أسود. وهو يعتبر بسبب لا مبـالاته الملغزة بما يحيط به نوعا من قطط تشيشاير الكونية (Cosmic Chechire Cats) وعندما تصبح الكثافـة والجاذبيـة كبيرتين بما فيـه الكفـايـة، فإن الثقب الأسـود ينتهي ويختفي من الكون. وقد سمي ثقباً أسود لأنه لا ضوء يستطيع أن يهرب منه أما في داخله، حيث يكون الضـوء محتجزا، فيمكن أن تكون الأشياء مضـاءة بشكل رائع. وحتى إذا كان الثقب الأسـود غير مـرئي من الخارج يمكن الإحساس بـوجـوده الجاذبي وإذا لم نكن حذريـن في رحلاتنـا بين النجوم فقـد نجد أنفسنـا مسحوبين إلى داخلـه دون رجعة وعنـدئذ فإن جسم كل منا يتمـدد بشكل خيط طويل ورفيع. ولكن المادة المتجمعـة بشكل قرص حول الثقب الأسـود سوف تكون منظرا يستحق التذكـر في حال النجاة المستبعدة بعد هذه الرحلة.

تـدعم التفـاعـلات النوويـة الحراريـة في القسم الـداخلي من الشمس طبقـاتها الخارجيـة وتـؤجل للميـارات السنين حـدوث الانهيـار الجاذبي الكـارثي. وفيما يخص الأقزام البيضـاء، فإن ضغط الإلكترونات التي تحررت من نـواها يحافظ على تماسك النجم. وبالنسبـة إلى النجوم النيوترونيـة فإن ضغط النيوترونات يحطم الجاذبيـة. أما بالنسبة إلى نجم قديم بقي بعد انفجارات «المستسعر الأعظم» وغيرها من النشاطات العنيفة محافظـا على كتلة تـزيد على كتلـة الشمس بضع مرات، فـلا توجـد أي قوى معروفـة يمكنها أن تمنع انهياره. وهـذا النجم سيتقلص بشكل لا يصدق وهـو يدوّم ويحمر ثم يختفي هذا النجم الذي تزيـد كتلته عشرين مرة على كتلة الشمس، سوف يتقلص ليصبح بحجم منطقـة لـوس أنجليس الكبرى؛ وتصبح الجاذبيـة المدمـرة «10^{10} ج» ولا يلبث هذا النجم أن ينـزلق عبر شق ذاتي النشوء في السلسلـة المتصلة للمكان ـ الزمان ويتلاشى من كوننا.

كان أول من فكر بـالثقوب السوداء هو الفلكي الإنكليـزي جون ميتشيل في عام ١٧٨٣. ولكن الفكـرة بدت على درجة مـن الغرابة جعلـت الناس تتجاهلهـا حتى وقت قريب. ثم وجد الدليل فعلا على وجود الثقوب السوداء في الفضاء، مما أدهش

الكثيرين، بمن فيهم الكثير مـن الفلكيين أيضـا. فجـو الأرض كتيـم إزاء الأشعـة السينية X - Rays وبالتـالي، فلكي نقرر مـا إذا كانـت الأجسام الفلكية تطلـق هذه الموجـات الضوئيـة ذات الأطـوال القصيرة، كان لابـد أن يستخـدم تلسكوب هـذه الأشعة من مكـان عال. وكان أول مرصـد للأشعة السينية قـد أقيم بجهد دولي مثير للإعجاب، وأُطلق إلى مدار حول الأرض من قبل الولايات المتحدة من منصة إطلاق إيطاليـة في المحيط الهندي على مقـربة من شاطىء كينيـا، وعرف بـاسم «أوهورو»، وهي كلمة سـواحلية تعني الحرية. وفي عـام ١٩٧١ اكتشف أوهورو مصـدرا متألقا للأشعـة السينية في كـوكبة نجوم «سيغنـوس البجعة» يومـض بشكل متقطع بمعدل ألف مرة في الثـانية. ولابد أن يكون هـذا المصدر الذي سمي «سيغنـوس اكس ـ ١» صغيرا جدا. ومهما كان سبب الوميض المتقطع، فإن المعلـومات عن تعاقب ومضاته لا يمكن أن تصدر عن «سيغنوس اكس ــ ١» بسرعة تزيد على سرعة الضـوء البالغة ٣٠٠ ألف كيلـومتر في الثانيـة. وبالتـالي، لا يمكن لسيغنـوس اكس ـ ١ أن يكـون أكبر من (٣٠٠٠٠٠ كم/ ثانية) × (١/ ١٠٠٠ ثـانية) = ٣٠٠ كيلومتر في الاتساع. شيء يعادل في الحجم كويكبا ويشكل مصدرا يرسـل ومضات أشعة سينية مرئية من المسـافـات الكبيرة جـدا الفاصلـة بين النجـوم. فماذا يحتمل أن يكـون هـذا؟ مـوقع «سيغنوس اكس ـ ١» هو بالضبط المكان نفسه في السماء الذي يماثل النجم العملاق الكبير الأزرق الحار الذي يكشف نفسه في الضـوء المرئي مظهرا أن له مرافقـا أو تابعا ذا كتلة كبيرة، ولكنـه غير مرئي يشـده بالجاذبيـة مرة إلى هـذا الاتجاه ومرة أخـرى إلى الاتجاه المعاكس وتـزيد كلتة هذا المرافق عشر مـرات على كتلة الشمس ولا يحتمل أن يكـون العمـلاق الكبير مصـــدر الأشعـة السينيـة، ومن المعـــزي تشخيص التـابع بالاستـدلال على وجوده بـوساطـة الضوء المرئي، فيما يرصـد المصدر بـوساطـة ضوء الأشعـة السينيـة. ولكن جسما غير مـرئي يبلغ وزنـه عشرة أضعـاف وزن الشمس، وينهار إلى حجم مسـاو لحجم كويكب لا يمكن أن يكون سـوى ثقب أسود. ومن المحتمل أن تكـون الأشعـة السينيـة نـاشئة عـن الاحتكاك في قـرص الغـاز والغبـار المتجمعين حول «سيغنوس اكـس ـ ١» واللـذين جـاءا أصـلا من العمـلاق الكبيـر المرافـق. والنجـوم الأخرى المسماة «سكوربي V 861» و (Gx 339-4) و (SS 433)

و«ســـــيركينوس X-2» مرشحــة أيضـا لأن تكــون ثقـوبا ســوداء. وكـذلك فإن «كاسيـوبيا A» Cassiopie A هو بقايا انفجار نجمي (سوبرنوفا) يجب أن يكون ضوؤه قـد وصل إلى الأرض في القرن الســابع عشر، عندما كـان يوجـد عدد كبير من الفلكيين. مع ذلك فإن أحـداً منهم لم يبلغ عن الانفجار. وربما وجـد آنذاك حسبما يرى أ. س. شكلـوفسكي، ثقب أسود مختبـىء في مكان قريب، عمـل على ابتلاع لب النجم المتفجـر وردم نيران المستسعـر الأعظم. والتلسكـوبـات في الفضــاء هي وسائل التحقق من هـذه الأجزاء المتناثرة من المعطيات التـي يمكن أن تكون الأثر أو الدليل الذي يقودنا إلى معرفة الثقب الأسود الأسطوري.

إحدى الطـرائق المساعدة في فهم الثقوب الســوداء هي أن نفكر بانحنـاء الفضاء ولنتصور سطحا مسطحا مرنا ذا بعدين كقطعة من الورق البياني المصنوع من المطاط. فإذا أسقطنـا عليهـا كتلـة صغيرة نجـد أن السطح يتشـوه أو يتجعد. كـرة رخـاميـة تتدحـرج حول التجعد في مدار ممـاثل لمدار أحد الكواكب حـول الشمس. وفي هذا التفسير الذي نـدين به لأنشتاين تكـون الجاذبية عبارة عن تشـوه في نسيج الفضاء. وفي مثالنـا نرى فضاء ذا بعـدين ملفوفا بكتلـة تشكل بعدا ماديـا ثالثا وتصـوروا أننا نعيش في كون ثلاثي الأبعـاد، وقد شوه محليا بـوساطة مادة مـا إلى بعد مادي رابع لا نستطيع أن نـدركـه بشكل مبـاشر. كلما ازداد حجم الكتلة المحليـة، ازدادت شـدة الجاذبية المحليـة وازدادت بالتـالي حدة تجعـد أو تشوه أو التفـاف الفضاء. وفي هـذا التشبيه يكون الثقب الأسود نوعا من الحفر التي ليس لها قعر. فماذا يحدث لو سقطت فيه؟ إنك ستحتاج، حسبما يُرى من الخارج، إلى فترة زمنية لا نهائية للسقوط لأن كل ساعاتك الميكانيكيـة والبيولوجية، سوف تبدو كما لـو أنها توقفت. ولكن من وجهة نظرك، فإن ساعاتك كلهـا سوف تسير بشكل طبيعي. وإذا استطعت بشكل ما أن تنجو من المد والجزر الجاذبين ومن التدفق الأشعاعي، وإذا كان الثقب الأسود يدور (فرضية محتملة)، فمن الممكن تماما أن تخرج من الطـرف الآخر للمكان ـ الزمان، في مكـان آخر من المكـان، وفي زمن ما آخـر من الزمـان. ومع أن افتراض وجود هـذه الثقوب الدوديـة في الفضاء التي تشبه قليلا الثقوب التي يفتحها الـدود في التفاحة،

كـان قد قـدم بشكل جدي، ولكن لم يكن ممكنـا إثبـات وجودهـا بأي شكل. فهل يمكن لأنفاق الجاذبية أن تقـدم نوعا من الطرق التحتيـة بين النجوم أو بين المجرات تسمح لنا بالسفـر إلى أماكن لا يمكن الوصول إليها بسرعة أكبر بكثير ممـا يتاح لنا في الطرق العادية؟

وهل يمكن للثقوب السوداء أن تقوم بدور ماكينات الزمان التي تحملنا إلى الماضي السحيق أو إلى المستقبل النائي؟ إن واقع مناقشة هذه الأفكـار ولو بصورة شبه جدية يبين لنا مدى السريالية[14] التي يمكن للكون أن يكون متسما بها.

نحن أبناء الكـون، بالمعنى الأعمق. فكّـر بحرارة الشمس التي تلفح وجهك في يوم صيفي صافي الأديم، وفكـر أيضا بخطر التحديق بالشمس مبـاشرة. إننا نعرف قـوتها من بعـد ١٥٠ مليـون كيلومتر، فبماذا سنشعـر إذا اقتربنـا من سطحهـا المغلي المضيء ذاتيـا أو إذا اقتحمنا قلب نـارهـا النوويـة؟ إن الشمس تـدفئنا، وتطعمنـا، وتسمح لنـا بـالـرؤيـة. فهي التي أخصبت الأرض، وأن قـوتها لا يمكن للممارسـة البشرية أن تـدركها. العصافير تحيي شروق الشمس بأصـوات الفرح. وحتى بعض العضـويـات المؤلفة من خليـة واحـدة تعـرف كيف تسبح نحـو الضوء. وقـد كـان أجـدادنا يعبـدون الشمس[15]، ولم يكن ذلك حُـمقا منهم، لأن الشمس ومعهـا النجـوم كـانت تمثل بـالنسبة إلى إنسـان ذلك العصر القـوة الهائلـة التي ينبغي عليـه تبجيلها.

وأخيرا فإن المجرة قـارة غير مكتشفـة مليئـة بـالكائنـات الغـريبـة ذات الأبعـاد النجمية. وكنـا قد قمنـا باستطـلاع أولي والتقينا ببعض سكانها. كـان القليل منهم يشبه الكائنات التي نعرفها. أما الآخرون فهم أغرب حتى من أبعد تخيلاتنا الطليقة.

(١٤) السيريـالية أو فـوق الواقعيـة: مـذهب فرنسي حـديث في الفن والأدب يهدف إلى التعبير عن نشاطات العقل الباطن بصور تفتقر إلى النظام أو الترابط ـ المترجم.

(١٥) كانت الصورة السـومرية الأولى للإلـه هي الصورة التي ترمز إلى النجـوم. وكانت الكلمة التي استعملها الأزتيكيون للإله هي (Teotl) التي هي بدورها رمز للشمس. كانت السموات تدعى أيضا (Teotl) وتعني بحر الإله والمحيط الكوني.

ولكننا لانـزال في بداية استكشافـاتنا. وأن رحلاتنـا الاستكشافية السابقـة توحي أن الكثير من السكان المهمين جدا في قـارة المجرة لايزالون مجهـولين، وعلى غير ما نتوقع وفي أماكن غير بعيدة عن مجرتنا توجد، بالتأكيد، كواكب تدور حول نجوم في الغيوم الماجلانيـة، وفي العناقيـد النجمية الكرويـة المحيطة بدرب اللبـانة. إن هـذه العوالم يمكن أن تقدم منظـرا لشروق مجرتنا يأخذ بمجامع القلـوب، تبدو فيه حلزونـا هائلا يتألف من ٤٠٠ مليار نجم، ومن غيوم غازية منهـارة، ومنظومات كوكبية متكثفة، وعمالقــة كبيرة مضيئة ونجـوم مستقرة متـوسطة العمـر وعمالقة حمر، وأقـزام بيض، وغيوم سديمية كـوكبية، والمستسعرات (Novae) ، والمستسعـرات الأعظم (Super Novae) والنجوم النيـوترونية والثقـوب السوداء. وسوف يتضح في هـذا العالم، على غرار مـا يتضح الآن في عـالمنا، كيف أن مـادتنا وشكلنا والكثير مـن صفاتنـا قررتها العلاقة العميقة بين الحياة والكون.



الفصل الثامن

حافـــة الأبديـــة

قبل عشرة أو عشرين مليـــار سنـة حـدث شيء مـا ، وكـان ذلـك الحدث هـو «الانفجـار الكبير ـــ The Big Bang» الذي بـدأ به كوننـا . أما لماذا حـدث هذا الانفجار فذلك هـو أعظم لغز يحيرنا . وأما أنه حدث فعلاً ، فهـو أمر واضح بما فيه الكفاية . كانت كل المادة والطاقة الموجودتين حالياً في الكون مركزتين بكثافة عالية إلى أبعد حـد في نوع من بيضة كونيـة تذكّر بأساطير الخلق لـدى الكثير من الحضارات ، وربما في نقطة رياضيـة لا أبعاد لها أبداً . ولم يكن ذلك في أن جميع المادة والطـاقة كان قد ضغط في زاوية صغرى من العالم الراهن ، بل إن العالم كله والمادة والطاقة والفضاء الذي تملـؤه كانت تحتل حجما صغيراً جداً . ولم يكن هنـاك متسع مكاني لكي تحدث فيه الأحداث .

وفي ذلك الانفجـار الكوني العملاق بـدأ الكون تمدداً لم يتـوقف قط . وإنـه لأمر مضلل أن نصف تمدد الكون باعتباره نوعا من فقاعة منتفخة ينظر إليها من الخارج . وبـالتحـديـد فلن نعرف قطعـاً مـاكـان هـو الخارج : ومن الأفضل التفكير فيـه من الداخل ، وربما بخطوط شبكيـة متخيلة متوافقة مع النسيج المتحـرك للفضاء ، وهي تتمـدد بشكـل متماثل في جميع الاتجاهـات . ومع تمدد الكـون فإن المادة والطـــاقـة الموجودتين في الكـون تمددتا معـه ، وما لبثـا أن بردتـا بسرعة . أمـا إشعاع كـرة النار الكونية الذي كان عندئذ مثله الآن يملأ الكون ويتحرك عبر الطيف ، من أشعة غاما إلى الأشعة السينية فالضوء فوق البنفسجي ، وعبر ألوان قوس القزح في الطيف المرئي إلى الأشعة تحت الحمراء فالمناطق الراديوية . بقايا هذه الكرة النارية المتمثلة في إشعاع الخلفية الكـونية المنبعث من أجـزاء السماء كلها ، يمكن أن يكتشف حاليـاً بوسـاطة التلسكوبـات الراديويـة . وفي أوائل الكون كان الفضـاء مضاء بشكل متألق . ومع

مرور الزمن فإن نسيج الفضاء استمر في التمدد، وبرد الإشعاع وأصبح الفضاء لأول مرة في الضوء المرئي العادي، مظلماً على غرار ماهو عليه اليوم.

كان الكون المبكر ممتلئاً بالإشعاع ومادة الهيولى المؤلفة بصورة رئيسة من الهيدروجين والهليوم اللذين تشكلا من الجنيهات الأساسية في كرة النار الأولية الكثيفة. ولم يكن يوجد سوى القليل الذي يمكن رؤيته، اذا وجد أحد يرى. ثم بدأت تنمو جيوب غازية قليلة وأشياء صغيرة غير متماثلة وتشكلت تعرشات نسيجية من غيوم غازية هائلة الحجم ومستوطنات من أشياء ضخمة مبعثرة تدوِّم ببطء وتضيء باستمرار وكأن كل واحد منها حيوان مفترس لا يلبث في نهاية المطاف أن يحتوي على مئة مليار نقطة لامعة. وبذلك تشكلت أكبر البنى المعروفة في الكون التي نراها اليوم. ونحن أنفسنا نسكن في زاوية ضائعة من أحدى هذه البنى التي نسميها المجرات.

وبعد نحو مليار سنة من «الانفجار الكبير»، أصبح توزيع المادة في الكون على شكل كتل، ربما لأن هذا الانفجار لم يكن منتظماً تماماً. تجمع المادة في هذه الكتلة كان أكثف من الأماكن الأخرى. واجتذبت جاذبيتها إليها كميات ضخمة من الغاز القريب والغيوم المتزايدة من الهيدروجين والهليوم، ولم تلبث أن أصبحت عناقيد من المجرات. قدر قليل جدا من عدم التماثل الأولي كاف لتشكيل تكثفات ملموسة من المادة في وقت لاحق.

ومع استمرار الانهيار الجاذبي، ازدادت سرعة دوران المجرات الأولية بسبب المحافظة على الزخم الزاوي. وتسطح بعضها منضغطاً على امتداد محور الدوران حيث لم تكن الجاذبية متوازنة مع القوة النابذة المركزية. وأصبحت تلك أولى المجرات الحلزونية التي هي عبارة عن دواليب دوارة هائلة الحجم من المادة في الفضاء المفتوح.

أما المجرات الأولية الأخرى ذات الجاذبية الأضعف أو الدوران الأولي الأقل فقد تسطحت قليلا جدا وأصبحت أولى المجرات الأهليليجية. وهناك مجرات مماثلة كما لو أنها صنعت بالقالب ذاته في أرجاء الكون كلها، لأن هذه القوانين البسيطة في

الطبيعة كـالجاذبية، والمحافظـة على القوة الدافعـة الزاوية هي ذاتها في الكـون كله. فالفيزياء التي تطبق على الأجسام السـاقطة وعلى دوران المتزحلقين على الجليد هنا في الكون كله. فـالفيزياء التي تطبق على الأجسام السـاقطة وعلى دوران المتزحلقين على الجليـد هنـا في الكـون المصغر على الأرض هي ذاتها مطبقـة على المجـرات هنـاك في الكون الكبير.

وفي المجرات الحديثـة النشأة كانت الغيـوم الأصغر جداً تتعـرض أيضاً لـلانهيار الجاذبي وأصبحت درجـات الحرارة في داخلها عـالية جـداً، وبدأت فيهـا تفاعـلات نووية حرارية وبذلك استعرت نيران النجوم الأولى. وتطورت النجوم الفتية الساخنة الهائلـة الحجم بسرعة وهـي تسرف في تبذيـر رأسمالها من وقـود الهيدروجين، منهيـة حياتها سريعـا بانفجارات نجمية (سـوبر نوفا) بـراقة ومعيدة الرمـاد النووي الحراري المؤلف من الهليوم، والكـربون، والأوكسجين، والعناصر الأثقل، إلى الغـاز الموجود بين النجوم الأخـرى من أجل تشكل أجيال لاحقة من النجـوم. وانتجت انفجارات المستسعرات الأعظم (سوبـر نوفا) للنجوم الكبيرة المبكـرة موجات صادمـة متداخلة متتالية في الغاز المجـاور، ضاغطة الوسط الفاصل بين المجرات ومسرعـة توليد جيل من عناقيـد المجرات. وقوة الجاذبيـة انتهازيـة فهي تضخـم حتى التكثفات الصغيرة للمادة. وربما تكـون صـدمـة المستسعـر الأعظم اسهمـت في تـراكمات المادة في كل المستويـات. إن ملحمة التطور الكوني بـدأت على شكل متدرج في تكثف المادة من الغاز الذي نجم عن «الانفجار الكبير» ثم عناقيد المجرات، والمجرات ذاتها والنجوم والكواكب، وفي نهايـة المطاف ظهرت الحيـاة وظهر المخلوق العـاقل القادر على فهم القليل من العملية الرائعة المسؤولة عن نشوئه.

تملأ عناقيد المجـرات الكون الآن. بعضها غير ذي أهمية، مجرد مجمـوعات قليلة مؤلفـة من بضع عشرات المجرات أمـا تلك التي تحمل الاسم العاطفي: «المجمـوعة المحلية»، فهي تتألف من مجرتين كبيرتين فقط، وهما حلـزونيتان، وتعرفـان بـ «درب اللبانـة» و«م - ٣١». مجموعـات أخرى تتكون من أسراب هـائلة الحجم مـؤلفة من آلاف المجـرات التي تحتضنـها الجاذبيـة المتبـادلة وثمـة مؤشر ما إلى أن عنقود العذراء (Virgo) يحتوي على عشرات الآلاف من المجرات.

ومن المرجح أننا نسكن في كون من المجرات فيه ربما مئة مليار نموذج رائع من العمران والتلاشي الكونيين، حيث يتأكد النظام والفوضى بدرجة واحدة: فهناك المجرات الحلزونية العادية التي تأخذ زوايا مختلفة بالنسبة إلى خط النظر الأرضي (ففي الوجه المقابل لنا نرى الأذرع الحلزونية، وفي حافتها المقابلة لنا نرى الخط المركزي للغاز والغبار الذي تتشكل فيه الأذرع): وهناك المجرات المخططة التي يمر عبر مركزها نهر من الغاز والغبار والنجوم ويربط الأذرع الحلزونية في الأطراف المتقابلة، وهناك المجرات الأهليلجية العملاقة الضخمة والحاوية على أكثر من تريليون (ألف مليار) نجم والتي كانت قد كبرت إلى هذا الحد لأنها ابتلعت مجرات أخرى أو اتحدت بها. وهناك عدد كبير جدا من المجرات الأهليلجية القزمة «والذبابات» المجراتية التي تحتوي كل منها على بضعة ملايين من الشموس ومجموعة شديدة التنوع من الأجرام الشاذة الغامضة التي تشير إلى وجود أماكن في عالم المجرات حدث فيها خطأ مشؤوم، وهناك مجرات يدور كل منها حول الآخر على مسافات من شدة القرب تجعل حوافها منحنية بتأثير جاذبية مرافقاتها وفي بعض الأحيان تندفع مجاري الغاز والغبار إلى الخارج بتأثير الجاذبية لتشكل جسراً بين المجرات.

تنتظم المجرات في بعض العناقيد بشكل هندسي كروي واضح، وتكون هذه المجرات مؤلفة بصورة رئيسة من مجرات أهليلجية، وتسيطر عليها غالباً مجرة أهليلجية عملاقة تعتبر آكلة مجرات. وهناك عناقيد مجرات أخرى ذات هندسة أكثر تشوشا تضم عددا أكبر نسبياً من المجرات الحلزونية والشاذة. وعموماً فإن التصادمات بين المجرات تشوه شكل العنقود الكروي الأصل، وربما تسهم أيضا في نشوء مجرات حلزونية وشاذة انطلاقا من المجموعات الأهليلجية. أن لشكل وكثرة المجرات قصة تنبئنا بالأحداث القديمة على أكبر مستوى ممكن، وهي قصة شرعنا فحسب في قراءتها.

يسمح تطور أجهزة الكمبيوتر العالية السرعة باجراء تجارب رقمية على الحركة الجماعية لآلاف أو عشرات آلاف النقط التي تمثل كل واحدة منها نجماً ويقع كل منها تحت تأثير جاذبية النقاط الأخرى كلها. وفي بعض الحالات تنتظم الأذرع الحلزونية

بحد ذاتها في مجرة تكـون قد تسطحت لـدى تشكلها واصبحت كـالقرص . ويمكن أحياناً أن تنتج الذراع الحلزونية عن اللقـاء التجاذبي القريب لمجرتين تتكون كل منهما طبعاً من مليارات النجوم وسـوف يصطدم الغاز والغبار المنتشران بشكل مشتت عبر هذه المجـرات بعضه بـالآخر وتـزداد درجة حـرارتها . ولكن عنـدما تصطـدم مجرتان احـداهما بـالأخـرى ، فإن النجـوم تعبر بـدون جهـد من واحـدة إلى الأخـرى ، كأنها طلقات عبر أسراب النحل ، لأن معظم المجرة يتكـون من لا شيء والمسافات واسعة جـدا بين النجـوم . ومع ذلك فإن شكل المجـرات يمكن أن يتشوه على نحـو حـاد . وكذلك فإن الاصطدام المباشر بين مجرة وأخرى يمكـن ان يرسل النجوم الموجودة فيها عبر الفضاء الفـاصل بين المجرات وبالتالي يمكن للمجـرة أن تتبدد . وعندما تـواجه مجرة صغيرة مجرة أكبر وجهاً لـوجه ، يمكن ان تنتج واحدة من أروع المجـرات الشاذة النادرة الحلقية الشكل التي يبلغ طولها آلاف السنين الضوئية وتمتد على خلفية مخملية للفضـاء الفاصل بين المجـرات . إنها أشبـه برشـاش في بحيرة المجرات ، أو تشكيلـة خاطفة لنجوم مبعثرة أو مجرة شقت قطعة من مركزها .

إن النقاط غير البنيوية ، في المجرات الشاذة ، واذرع المجرات الحلزونية ، واستدارة المجرات الحلقية لا توجد إلا في إطارات قليلة من صورة الحركة الكونية ، ولا تلبث ان تتبدد ليعاد تشكيلها غـالبا . ان تصورنا للمجرات أجساماً صلبـة ثقيلة هو إحساس خـاطيء فهي بنى سيالـة تتكـون من مئة مليـار مكـون نجمي . المجرة مثل الكـائن البشري تمامـاً الذي يتكـون من مجموعـة من مئـة تريليـون خلية والموجـودة في حالـة متواصلة بين التشكل والتلاشي والذي هو أكثر من مجموع أجزائه .

إن معدل الانتحار بين المجرات عال . بعض الأمثلة القريبة التي تبعد عشرات أو مئـات ملايين السنين الضـوئية وهي مصـادر قويـة للأشعـة السينية والأشعـة تحت الحمراء والموجـات الراديوية التي يسطـع لبها بالضياء إلى اقصى حـد ويتماوج لمعانها مرة كل بضعة أسابيع . بعضها يطلق نفثات إشعاعية بشكل ذيول يبلغ طول كل منها ألف سنة ضوئيـة ، وأقراص غبارية شديد التشوش . هـذه المجرات تنسف نفسها . ويشك بوجـود ثقوب سـوداء تزيـد كتلها مـا بين ملايين ومليـارات المرات على كتلة

الشمس في مراكز المجرات الأهليلجية العملاقة مثل (Ngc 6251) و(M87). وهناك شيء ما ثقيل جداً وكثيف جداً وصغير جداً يصدر تكات وخرخرات داخل (M87)، وذلك من منطقة أصغر من النظام الشمسي. ولعل الأمر ينطوي على وجود ثقب أسود. ويوجد أيضا على مسافة مليارات السنين الضوئية المزيد من الأشياء الصاخبة، وهي الكوازارات التي يمكن أن تكون انفجارات جبارة لمجرات فتية، وهي ربما أعظم الأحداث في تاريخ الكون منذ «الانفجار الكبير» ذاته.

إن كلمة كوازار هي اختصار للتعبير المؤلف من الكلمات التالية: «مصدر راديوي شبه نجمي ـ Quasi - Stellar Radio Source». . وبعد أن أصبح واضحا أن هذه الكوازارات ليست كلها مصادر راديوية قوية أطلقت عليها تسمية (QSO's) (أي أجرام شبه نجمية ـ Quasi Stellar Objects). وبما أنها مشابهة للنجوم في المظهر، فقد كان طبيعياً اعتبارها نجوما ضمن مجرتنا. ولكن رصد المطاف لتغير لونها الأحمر، أظهر احتمال أن تكون على مسافات كبيرة جداً. ويبدو أنها تسهم إلى حد كبير في تمدد الكون، وبعضها يبتعد عنا بسرعة تزيد على ٩٠ بالمئة من سرعة الضوء وإذا كانت هذه الكوازارات بعيدة جدا فيجب أن تكون ذات لمعان فائق إلى أقصى حد ليمكن رؤيتها من مثل هذه المسافات. بعضها مضيء وكأنها ألف نجم مستسعر أعظم "Supernovae" انفجر في نفسي اللحظة. بالنسبة إلى «سيغموس اكس -١» بالذات فإن التردد السريع لتموجاته يظهر أن لمعانه الساطع جدا يجب أن يكون صادراً من حجم بالغ الصغر وهو في هذه الحالة أصغر من حجم النظام الشمسي. ولابد أن تكون هناك بعض العمليات الهامة مسؤولة عن هذا التدفق الكبير جدا للطاقة في الكوازار. ونجد بين التفسيرات المقترحة مايلي:

١ ـ الكوازارات هي أنواع من النجوم النابضة التي يدور لبها الثقيل جدا بسرعة وترتبط بحقل مغناطيسي قوي.

٢ – الكوازارات تنشأ من اصطدامات متعددة لملايين النجوم المتحشدة بشكل كثيف في قلب المجرة، ممزقة طبقاتها الخارجية وكاشفة تماما درجات الحرارة التي تصل إلى المليارات في الأقسام الداخلية من النجوم الضخمة.

٣ - وثمة فكرة مشابهة هي أن الكوازارات عبارة عن مجرات تكون النجوم فيها متحشدة بكثافة بالغة تجعل انفجار نجم مستسعر أعظم منها يمزق الطبقات الخارجية لنجم آخر ويحوله إلى مستسعر أعظم منتجاً بذلك سلسلة تفاعلات نجمية .

٤ - الكوازارات تستمد طاقتها من الأفناء المتبادل العنيف للمادة ، والمادة المضادة ، المحفوظتين بشكل ما في الكوازار حتى الآن .

٥ - الكوازار هو الطاقة المتحررة عند سقوط الغاز والغبار والنجوم في ثقب أسود بالغ الجسامة في قلب إحدى المجرات التي كانت نفسها قد تشكلت خلال عصور من تصادم واتحاد ثقوب سوداء أصغر.

٦ - الكوازارات هي «ثقوب بيضاء» أي الوجه الآخر للثقوب السوداء ، نوع من التقمع والظهور النهائي للمادة التي تصب في مجموعة كبيرة من الثقوب السوداء في أجزاء أخرى من الكون ، أو حتى في أكوان أخرى .

إننا نواجه في الكوازارات أسراراً عميقة . ومهما كان سبب انفجار الكوازاز فإن شيئا واحدا يبدو واضحا ، وهو أن مثل هذا الحدث العنيف لابد أن يؤدي إلى خراب لا مثيل له . ففي كل انفجار كوازاري يمكن ان تدمر تماما ملايين العوالم بعضها زاخر بالحياة وبالعقل اللازم لفهم مايحدث . وأن دراسة المجرات تكشف نظاماً وجمالاً كونيين . وهي تظهر لنا أيضاًعنفا فوضوياً على نطاق لا يخطر على البال . وواقع إننا نعيش في كون يسمح بوجود الحياة هو أمر ذو أهمية بالغة وان نعيش في كون تدمر فيه المجرات والنجوم والعوالم هو أيضاً أمر بالغ الأهمية . فالكون لايبدو رؤوفاً ولا عدوانيا ، بل مجرد غير مبال بهموم مخلوقات ضعيفة مثلنا .

وحتى المجرة التي تبدو حسنة الطباع كمجرة درب اللبانة ، لها حركاتها ورقصاتها . فالرصد الراديوي يكشف عن وجود غيمتين كبيرتين جداً من غاز الهيدروجين تكفيان لصنع ملايين الشموس تتهاويان من قلب المجرة كما لو أن انفجارا معتدلاً يحدث هناك بين وقت وآخر. ووجد المرصد الفلكي العالي الطاقة

الـذي وضع في مدار الأرض أن قلب مجرتنـا هو مصـدر قوي لخط طيفي خـاص من أشعة غـاما، الأمـر الذي يتـوافق مع الفكـرة القائلة إن ثقبـاً أسود كبيراً مخبـأ هناك. ويمكن أن تمثل المجرات من نوع درب اللبانة العمـر المتوسط الرزين في سلسلة تطور متصلة تشمل في فترة المراهقة العنيفة الكوازارات والمجرات المتفجرة، لأن الكوازارات من البعد عنا مما يجعلنا نراها في شبابها، أي كما كانت قبل مليارات السنين*.

تتحرك نجوم درب اللبانة برشاقة منتظمـة فالعناقيد الكروية تغطس عبر مستوى المجـرة لتخرج في الطـرف الآخر، حيث تبطيء وتعكـس حركتهـا لتعود ثـانية. ولـو استطعنا أن نتـابع حركة النجوم المنفـردة التي تتمايل حول مستوى المجـرة فسنرى انها تشبه زبـد حب الـذرة المشوي. ولم نر قـط مجرة تغير شكلها إلى هـذا الحد لمجرد أنها تستغرق زمناً طويـلاً في حركتها. فمجرة درب اللبانة تـدور مرة واحدة كل ربع مليار سنة. ولو أمكننـا الإسراع بالحركة فسوف نرى أن المجرة هي كيـان ديناميكي عضوي تقريبا وتشبه بشكل ما كائنا عضويـاً متعدد الخلايا. وأن أي صورة فوتوغرافية فلكية للمجرة هي مجرد لقطة لمرحلة في حركتها الثقيلة وتطورها(١). وتدور المنطقة الداخلية للمجرة كجسم صلب. ولكن في مـاوراء ذلك تدور المناطق الخارجيـة بسرعة أبطأ، شـأنها شأن الكواكب حـول الشمس، وحسب قانون كبلـر الثالث. وتميل الأذرع إلى أن تلتف حول القلب في حركـة حلزونية تتضام، وبالتـالي فإن الغاز والغبار يتراكمان في نماذج حلزونيـة ذات كثافـة أكبر تصبح بدورها مـواقع تشكيل نجوم فتيـة لامعة، وحارة، وهي النجوم التي تحدد خطوط الاذرع الحلزونية. ثم تتألق هذه النجوم لعشرة مـلايين سنـة تقـريبا، وهي فترة تماثـل خمسة بـالمئـة فقط من زمن دوران المجـرة مـرة واحدة. ولكن عندمـا تحترق النجوم التي تحدد خطوط الذراع الحلزونيـة، فإن نجوماً جديـدة، مع مايـرافقها من غيوم سـديمية، تنشأ وراءها مباشرة، وبالتـالي يستمر

---

* لأن الضوء الذي يصلنا منها كان قد انطلق قبل مليارات السنين ـ المترجم.

(١) ليس هذا صحيحاً تماماً. فالجانب القريب مـن المجرة هو أقرب إلينا من الجانب الآخر بعشرات آلاف السنين الضوئيـة، وهكذا فنحن نرى الجبهـة كما كانت قبل ان نـرى المؤخرة بعشرات آلاف السنين. ولكن الأحداث النموذجية في ديناميكيـة المجرات تستمر عشرات ملايين السنين، ولذا فإن الخطأ في تصور كون صورة المجرة مجمدة للحظة زمنية لن يكون كبيراً.

النموذج الحلزوني. وهكذا فإن النجوم التي تحدد خطوط الأذرع لا تعيش حتى لفترة دوران واحدة للمجرة، ولكن النموذج الحلزوني يبقى.

سرعة أي نجم معين حول مركز المجرة ليست عموماً نفس سرعة النموذج الحلزوني. فالشمس دخلت إلى الأذرع الحلزونية وخرجت منها مرارا خلال المرات العشرين التي دارت فيها حول مجرة درب اللبانة بسرعة ٢٠٠ كيلو متر في الثانية (نحو نصف مليون ميل في الساعة) ومعدل بقاء الشمس والكواكب ٤٠ مليون سنة في الذراع الحلزونية وثمانية مليون سنة خارجها ثم ٤٠ مليون سنة داخلها وهكذا. وتحدد الأذرع الحلزونية المنطقة التي تتشكل فيها أحدث حصيلة من النجوم الوليدة، ولكن ليس بالضرورة حيث توجد تلك النجوم المتوسطة العمر كالشمس على سبيل المثال. في الوقت الراهن نحن نعيش بين الأذرع الحلزونية.

ربما كان للمرور الدوري للنظام الشمسي عبر الأذرع الحلزونية نتائج هامة لنا. فقبل عشرة ملايين سنة خرجت الشمس من مجموعة «حزام غولد ـ Gould Belt» في ذراع الجوزاء الحلزونية الموجودة حالياً على مسافة تقل عن ألف سنة ضوئية (في اتجاه الداخل لذراع الجوزاء توجد ذراع ساغيتاريوس، وإلى الخلف من ذراع الجوزاء توجد ذراع بيرسوس). وعندما تمر الشمس عبر ذراع حلزونية يزداد أكثر مما هو عليه الآن احتمال دخولها في الغيوم السديمية الغازية والغيوم الغبارية الموجودة بين النجوم والتقائها بأجرام ذات كتل أقل من الكتل النجمية. وقد رئي ان العصور الجليدية الرئيسة في كوكبنا، والتي تتكرر كل مئة مليون سنة، ربما تعزى إلى اعتراض المادة الموجودة بين النجوم في الفضاء الفاصل بين الشمس والأرض. وقد افترض و. نابير، وس. كلوب أن عدداً من الأقمار، والكويكبات، والمذنبات، والحلقات الموجودة حول الكواكب في النظام الشمسي كانت تجول في وقت مابحرية في الفضاء بين النجوم حتى أسرت عندما دخلت الشمس عبر ذراع الجوزاء الحلزونية. وهذه فكرة مثيرة للاهتمام وإن كانت مستبعدة، لكنها تستحق الدراسة والاختبار. وكل مانحتاج أن نفعله هو الحصول على عينة من فوبوس أو من مذنب ما على سبيل المثال وفحص نظائر المغنزيوم فيه. فالوفرة النسبية لنظائر المغنزيوم (تشترك كلها في العدد نفسه من

البروتونـات ، ولكن يـوجد فيها أعـداد مختلفة مـن النيوترونـات) تعتمد على التـابع الـدقيق لأحـداث التركيب النـووي النجمي . بما فيها تـوقيت انفجـارات المستسعـر الأعظم القريبة التي انتجت عينـة خاصة من المغنزيوم . وفي زاويـة مختلفة من المجرة يجب أن يكـون قد حـدث تتابع مختلف لـلأحداث ، وبـالتالي، يجب أن يغلب فيهـا وجود نسبة مختلفة من نظائر المغنزيوم .

إن اكتشاف «الانفجار الكبير» Big Bang وتراجع المجرات جاء من قاعدة عامة في الطبيعة تعرف بتـأثير دوبلر. ونحن معتادون على هذا التأثير في فيـزياء الصوت . فعندما يستعمل سـائق سيارة نفير سيارته ، وهو يسير مسرعاً على مقـربة منا ، يسمع هذا السـائق في الداخل دويـا ثابتاً بطبقـة صوتية ثـابتة . ولكن خـارج السيارة نحن نسمع اختلافا متميزا في طبقة الصوت . وبالنسبة إلينا فإن صوت النفير ينخفض من ترددات عالية إلى ترددات أقل .

وعلى سبيل المثال فإن عربة سبـاق تسير بسرعة ٢٠٠ كيلو متر في السـاعة (١٢٠ ميلا) تعادل تقريبـاً بسـرعتها خمس سرعة الصوت . والصوت هو مـوجات متتابعة في الهـــواء من ذروة وقعر يتكـــرران مع كل موجـة ، فكلما اقتربت الموجات يـزداد التردد أو ارتفـاع طبقة الصـوت ، وكلما تباعـدت الموجـات تنخفض طبقة الصـوت . واذا كـانت السيارة تنطلق مبتعـدة عنا فإنها تمدد مـوجـات الصوت وتبعـدها من وجهـة نظرنـا ، إلى طبقة أقل مصـدرة ذلك الصوت المميـز الذي نألفـه كلنا . أمـا إذا كانت السيارة تنطلـق في اتجاهنا فإن مـوجات الصـوت سوف تنضغط معـا ويزداد تـرددها ونسمع عويـلاً مرتفعـاً ، واذا كنا نعرف الصـوت العادي لنفير هذه العـربة في حـالة الوقوف ، فإننا نستطيع ان نستنتج سرعتها من خلال تغير طبقة الصوت .

الضوء هو موجة أيضا . وخلافـا للصوت فهو يتحرك بشكل جيد تماماً في الفراغ وينطبق تأثير دوبلر هنـا أيضاً ولو كانت السيـارة المذكورة ترسل عوضـاً عن الصوت ولسبب ما حـزمة من الضـوء الأصفر الصـافي من المقدمـة والمؤخرة فإن تـردد الضوء سوف يزداد قليلاً عنـدما تقترب السيارة منا وينقص قليلاً عندمـا تبتعد عنا . ويكون التأثير محسوسـا في السرعات العاديـة ، أما إذا كـانت السيارة تتحرك بسرعـة تساوي

جزءاً هاماً من سرعة الضوء لاستطعنا أن نلاحظ تغير لون الضوء نحو تردد أعلى، أي نحو الأزرق إذا كانت السيارة تقترب منا، ونحو تردد أقل أي نحو الأحمر، إذا كانت تبتعد عنا. ويكون للجسم المقترب منا بسرعات عالية جداً لون الخطوط الطيفية المتغيرة نحو الأزرق. وفي المقابل يكون للجسم المبتعد عنا بسرعات عالية جدا أيضا لون الخطوط الطيفية المتغيرة نحو الأحمر(٢). وان هذا التغير نحو الأحمر الذي يلاحظ في الخطوط الطيفية للمجرات البعيدة ويعرف بتأثير دوبلر هو مفتاح علم الكون.

في السنوات الأولى من هذا القرن كان أضخم تلسكوب في العالم الذي قدر له اكتشاف التغير في اللون الأحمر للمجرات البعيدة يبنى على جبل ويلسون مطلا على ما كان آنذاك سماء صافية في لوس انجلوس، وكان يجب نقل الأجزاء الكبيرة لهذا التلسكوب إلى قمة الجبل وقد أسندت المهمة إلى فرق البغال.

وساعد البغّال الشاب ميلتون هوماسون في نقل المعدات الميكانيكية والبصرية بالإضافة إلى العلماء، والمهندسين، والرجال المهمين الآخرين إلى الجبل. كان هوماسون يقود رتل البغال وهو يمتطي حصانه، وكان كلبه الأبيض يقف وراءه على السرج واضعا مخالبه الأمامية على كتفي صاحبه. وكان هوماسون غير بارع في لوك الدخان، لكنه مقامر من الدرجة الأولى ولاعب بلياردو و«زير نساء» حسب التعبير المستعمل آنذاك. ولم يتجاوز قط الصف الثامن في دراسته الرسمية. لكنه كان ذكياً وفضولياً ويستقصي بشكل طبيعي كل شيء عن المعدات التي يجهد في نقلها إلى المرتفعات. كان هوماسون يرافق ابنة أحد مهندسي المرصد الذي لم يكن راضيا عن ابنته التي تعلقت بهذا الشاب الذي لم يقده طموحه إلى أكثر من بغال. ولذلك فإن هوماسون أخذ على عاتقه الأشغال العرضية في المرصد الكهربائي، إلى جانب كونه بوابا وماسح أرض المرصد الذي ساهم في بنائه. وفي احدى الامسيات مرض راصد التلسكوب الليلي، حسبما تروي القصة وطلب إلى هوماسون ان يحل مكانه فأظهر مهارة واعتناء بالأدوات سرعان ماجعلاه عامل تلسكوب دائما ومساعد راصد.

---

(٢) يمكن أن يكون هذا الجسم ذاته بأي لون، حتى الأزرق. والتغير إلى الأحمر يعني فقط أن كل خط طيفي يبدو في موجات أطول مما هي عليه عندما يكون الجسم ثابتا وتكون كمية التغير إلى الأحمر متناسبة مع كل من سرعة وطول موجة الخط الطيفي عندما يكون الجسم ثابتا.

وبعد الحرب العالمية الأولى جاء إلى جبل ويلسون شخص لم يلبث أن نال شهرة كبيرة بسرعة، هو إدوين هابل Edwin Hubble وهو شخص لامع ومرموق واجتماعي خارج الوسط الفلكي، ويتكلم اللغة الانكليزية بلهجة عريقة اكتسبها عندما مارس التدريس في جامعة أوكسفورد مدة سنة واحدة. وكان هابل هو الذي قدم الإثبات الأخير بأن الغيوم السديمية الحلزونية هي في الواقع «عوالم جزر» وتجمعات بعيدة لأعداد هائلة من النجوم على غرار ماهي عليه مجرتنا درب اللبانة. وكان قد ابتكر شمعة القياس النجمية اللازمة لقياس مسافات المجرات. وعقد هابل وهوماسون صداقة رائعة وعملا رغم الفارق بينهما بانسجام في المرصد. وشرعا متتبعين خطى الفلكي ف.م. سليفر في مرصد لويل بقياس أطياف المجرات البعيدة. وسرعان ما أصبح واضحا أن هوماسون كان أقدر في الحصول على أطياف عالية النوعية للمجرات البعيدة من أي فلكي محترف في العالم كله. وأصبح عضواً أساسياً في الهيئة العاملة في مرصد جبل ويلسون وتعلم الكثير من الأسس العلمية لعمله. ومات بعد ان نال احترام المجتمع الفلكي.

إن الضوء القادم من مجرة ما هو كمية الضوء التي تبثها مليارات النجوم الموجودة فيها. وعندما يغادر الضوء هذه النجوم فإن بعض الترددات أو الألوان تمتصها الذرات في أقصى طبقات النجوم وتسمح لنا الخطوط الطيفية الناتجة عن ذلك بأن نقرر ان النجوم الموجودة على مسافة ملايين السنين الضوئية تحتوي على نفس العناصر الكيميائية الموجودة في شمسنا وفي النجوم القريبة. ودهش هوماسون وهابل حين وجدا أن أطياف كل المجرات البعيدة تتغير نحو الأحمر، وأغرب من ذلك أن المجرات كلما كانت أبعد ازداد التغير نحو اللون الأحمر في خطوطها الطيفية.

كان أفضل تفسير للتغير نحو اللون الأحمر حسب مفهوم تأثير دوبلر هو أن المجرات تبتعد عنا، وكلما ازداد بعد المجرة ازدادت سرعة ابتعادها. ولكن لماذا على المجرات أن تهرب منا؟ وهل يمكن أن يوجد شيء ما خاص بشأن موقعنا في الكون، كما لو أن درب اللبانة قد قام بعمل ما، غير متعمد ولكنه عدائي في الحياة الاجتماعية للمجرات؟ وقد بدا أمرا محتملاً أكثر أن يكون الكون ذاته قد تمدد حاملاً المجرات

معه. وأصبح واضحاً بالتدريج أن هابل وهوماسون اكتشفا «الانفجار الكبير»، وهو إن لم يكن منشأ الكون فهو على أقل تقدير التجسيد الأحدث له.

معظم علم الكون الحديث تقريباً، ولا سيما فكرة العالم المتمدد و«الانفجار الكبير» يقوم على الفكرة القائلة إن التغير الأحمر للمجرات البعيدة هو تأثير دوبلر، وهو ناجم عن سرعتها في الابتعاد. ولكن توجد أنواع أخرى من التغير الأحمر في الطبيعة. فهناك على سبيل المثال التغير الأحمر الجاذبي الذي يضطر فيه الضوء المغادر لحقل جاذبية شديد إلى أن يفعل الكثير للتخلص من فقدان الطاقة في أثناء الرحلة وفي هذه العملية يبدو لراصد يرقب من بعيد كأن الضوء الهارب ينتقل إلى موجات أطول وألوان أكثر احمراراً. وما دمنا نفكر أنه يمكن أن توجد ثقوب سوداء هائلة الحجم في مراكز بعض المجرات، فهذا تفسير مقبول لتغيراتها نحو اللون الأحمر. ومهما يكن الأمر فإن الخطوط الطيفية الخاصة التي رصدت هي غالباً خصائص غاز منتشر ورقيق جداً، ولا تعود لتلك الكثافة العالية إلى حد مدهش التي يجب أن تسود على مقربة من الثقوب السوداء، أو أن التغير إلى اللون الأحمر يمكن أن يكون تأثير دوبلر غير العائد إلى التمدد العام للكون، بل لانفجار مجراتي محلي أكثر تواضعا ولكن علينا ان نتوقع في هذه الحال الكثير من شظايا الانفجار التي يقترب بعضها منا ويبتعد بعضها الآخر عنا وتغيرات متماثلة الحجم نحو اللون الأزرق واللون الأحمر. إلا أن ما نراه فعلاً هو تغيرات نحو اللون الأحمر حصراً بغض النظر عن نوع الأجسام البعيدة فيما وراء «المجموعة المحلية» التي نسدد تلسكوباتنا إليها.

ومع ذلك يوجد شك مزعج لدى بعض الفلكيين بأنه لا يمكن أن يكون كل شيء صحيحاً في الاستنتاج من تغيرات اللون الأحمر للمجرات بوساطة تأثير دوبلر أن الكون يتمدد. وقد وجد الفلكي هالتون آرب Halton Arp حالات غامضة، ومزعجة تكون فيها مجرة أو كوازار أو زوج من المجرات، في ارتباط مادي واضح ولكن لها تغيرات مختلفة جداً في لونها الأحمر. وفي بعض الأحيان يكون هناك جسر من الغاز والغبار والنجوم يصل بينها. ولو أن التغير في اللون الأحمر يعود إلى تمدد الكون فإن التغيرات المختلفة جدا في هذا اللون تقتضي وجود مسافات مختلفة جدا. ولكن لا يمكن فصل مجرتين مرتبطتين مادياً إحداهما عن الأخرى إلا بصعوبة، حتى لو

كانت المسافة بينهما أحياناً مليار سنة ضوئية. ويقول المتشككون إن الارتباط هو مجرد ظاهـرة احصائية محضـة. وهكذا على سبيل المثـال، فإن مجرة لامعة قريبـة، وكوازارا أكثـر بعداً إلى حـد كبير، ولكل منهما تغيرات لـون أحمر مختلفة جـدا وسرعات ابتعـاد مختلفة يكـونان مـوجودين مصادفـة على امتداد خط النظر، ولا يـوجد ارتبـاط مادي حقيقي بينهما. وأن مثل هـذا التراصف الإحصـائي يجب أن يحدث مصادفـة بين آن وآخـر. والنقـاش يتركز على مـا إذا كـان عـدد المصـادفـات أكبر مما يتـوقع حـدوثـه مصـادفة. ويشير آرب إلى حـالات أخرى تكـون فيها المجـرة ذات التغير الضئيل في اللـون الأحمر محاطة بكـوازارين يتعـرضان لتغير كبير متماثل تقـريبـاً. وهو يعتقـد أن الكوازارات ليست مـوجودة على مسافات كـونية ولكنها تقذف نحـو اليمين واليسار من قبل المجرة الموجـودة في المقدمة، وأن تغيرات اللون الأحمر هي نتيجة لنـوع ما من الميكـانيكيـة المتعـذر فهمهـا حتى الآن. ويـؤكـد المتشككـون التراصف العـرضي، والتفسير التقليدي الذي جاء به هابل، وهوماسون لتغير اللون الأحمر. وإذا كان آرب محقا، فإن الميكـانيكية الغـريبة المقترحـة لتفسير مصدر طـاقة الكـوازارات البعيدة. والتفاعلات المتسلسلة للمستسعر الأعظم (سوبر نوفا) والثقوب السوداء ذات الكتلة الكبيرة جدا، وماشابهها سوف تثبت عدم ضرورتها.

فالكوازارات لن تحتـاج في هذه الحالة إلى أن تكون بعيدة جداً ولكن سـوف تدعو الحاجة إلى ميكانيكيـة غريبة أخرى لتفسير تغير الضـوء الأحمر. ومهما يكن الأمر فإن شيئا ما غريباً جداً يحدث في أعماق الفضاء.

إن الابتعاد الواضـح للمجرات وما يرافقه من التغير في اللـون الأحمر الذي يترجم عبر تأثير دوبلـر ليسـا هما الـدليلين الوحيـدين على «الانفجـار الكبير» فهنـاك دليل مستقل ومقنع تمامـاً يأتي من الإشعـاع الأسود الجسم لخلفيـة الكـون والذي يبـدو في التشوش الضعيف لموجات الراديو القادمة بشكل متسق تماما من كل اتجاهات الكون وبنفس الشدة تمامـا المتوقعة في عصرنا لإشعاع «الانفجـار الكبير» الذي ضعف الآن بشكل ملموس. ولكننا نجـد هنا أيضاً شيئاً محيراً فـالأرصاد الفلكية بوسـاطة هوائي راديو حساس محمول على مقربة من قمة جو الأرض في طائرة من نوع «يو -٢» (U-2) أظهـرت للـوهلـة الأولى أن إشعـاع الخلفيـة الكـونيـة آت بنفس الشـدة من جميع

الاتجاهـات كما لو أن كـرة النـار في الانفجار الكبير تمددت بشكل متماثل تمامـاً وانها منشأ الكون المتماثل بدقة كبيرة . ولكن فحص إشعاع الخلفية الكونية بدقة أكبر برهن على أن تماثلـه غير كـامل . ولا يمكن أن نفهم سـوى القليـل من التأثير المنتظم إذا كانـت مجـرة درب اللبانـة (وربمـا عناصر أخرى من «المجمـوعة المحليـة») تندفع نحـو مجمـوعة مجـرات العـذراء (Virgo) بسرعة تـزيد على مليون ميل في السـاعة (٦٠٠ كيلومتر في الثانيـة) وبهذا المعدل فإننا سنصل إليها خـلال عشرة مليارات سنة وسيصبح علم فلك المجرات الإضـافية عنـدئذ أسهل إلى حد كبير. وحتى الآن يعتبر عنقود مجرات العذراء أغنى مجموعة معروفة وطافحة بالمجرات الحلزونية، والأهليلجية والشاذة، انها صندوق مجوهرات في السماء . ولكن لماذا يجب أن نكون مندفعين إليها، ويعتقد جورج سموت George Smoot وزملاؤه الذين قاموا بعمليات الرصد هذه من ارتفاعـات عالية أن درب اللبانـة يجر بوساطة الجاذبيـة نحو مركز مجمـوعة عنقود العذراء، وان هذا العنقود يضم عـددا من المجرات أكبر بكثير مما اكتشف فيها حتى الآن، وأن أكثر مـا يثير الدهشة أن هذا العنقـود ذو أبعاد كبيرة جدا تمتد عبر مسـافة فضائية تبلغ مليارا أو ملياري سنة ضوئية .

لايزيد اتساع الكون الذي يمكن رصده بحد ذاته على بضع عشرات المليارات من السنين الضوئيـة واذا وجد عنقود فـائق الحجم في مجموعة العـذراء فربما توجـد أيضا عناقيد فائقة أخرى على مسافات أبعد بكثير، والتي يكون كشفها أصعب والظاهر أن وقتا كافيـا لم يتوافر لحالة عـدم التماثل الأولية الجاذبة لتجمع كمية الكتلـة التي تبدو موجودة في عنقود العذراء الفائق الحجم، لذلك يميل جورج سموت إلى الاستنتاج، بأن «الانفجار الكبير» كان أقل تماثـلا بكثير مما تفترض عمليات الرصـد الأخرى له، وإن التوزع الأسـاسي للمادة في الكون كان غير منتظم (يمكن توقع عـدم الانتظام إلى حد قليل بل لابد منه لفهم تكثف المجـرات . ولكن عدم الانتظام لهذه الدرجة يعتبر مفاجـأة) وربمـا يمكـن حل التناقض بتصـور حدوث انفجارين كبيرين أو أكثر في آن معا .

إذا كانت الصـورة العامة للعالم المتمدد و«الأنفجـار الكبير» صحيحة فيجب أن

نواجـه مزيـدا من تساؤلات أصعب. فما الظـروف التي كـانت سائدة لـدى حدوث «الانفجار الكبير»؟ وماذا حدث قبل ذلك؟ هل كـان يوجد كون صغير خال من كل مادة ثم خلقت المادة فجأة من لا شيء؟ وكيف حدث ذلك؟

إن لكل ثقافة أسطورة عن العالم قبل الخلـق، وعن خلق العالم غالبا بتزاوج الآلهة أو بتفريـخ البيضة الكـونية. وعمـوما فإن النـاس تصوروا بسـذاجة أن الكـون يقلد الإنسان أو الحيوان. ونقـدم هنا على سبيل المثال خمسة مقتطفـات من هذه الأساطير مأخوذة من حوض المحيط الهادي وهي على مستويات مختلفة من التعقيد:

«في البدء تمامـاً كان كل شيء يستقر في ظلمـة ابدية، فـالليل كان يخيم على كل شيء مثل دغل لا يخترق».

أسطورة الأب الكبير لدى الشعب الأراندي في استراليا الوسطى

«كل شـــيء كـان عائمـــا وهادئـاً وصامتـاً ودون حركـــة وسـاكناً وكـان متسع السماء فارغاً».

البوبول فوه لقبائل الكيشي مايا

«جلس نا آريـان وحيدا في الفضاء كغيمـة تعوم في الـلا شيء ولم ينم لأنه لم يكن هناك نـوم ولم يجع، لأنه لم يكن هناك جوع بعـد. وهكذا فقد بقي فترة طـويلة حتى خطرت بباله فكرة. وقال لنفسه: سأفعل شيئاً ماً».

أسطورة من مايانا – جزائر جيلبرت

«في البـدء كانت البيضـة الكونيـة الكبيرة. وفي داخل البيضـة كان هيـولي، وفي هيولى كان يعوم بان كو الجنين المقدس غير المتطـور ثم خرج بان كو من البيضة وكان حجمه أكبر بأربع مرات من حجم أي إنسـان حالي، وكانت في يديـه مطرقة وإزميل وبهما صنع العالم».

أساطير بان كو الصين (نحو القرن الثالث)

«كان كل شيء غـامضاً ولا شكل له قبل أن تأخذ السماء والأرض شكـلا . . وقد اندفع ما كان واضحاً ومضيئاً ليصبح سماء بينما تجمد ما كان ثقيلا ومضطرباً ليصبح أرضا. وكـان سهلاً جـداً للمواد النقية والـدقيقة أن يتحـد بعضها بـالبعض الآخر، وصعباً جـداً أن تتجمد المواد الثقيلـة والمضطربـة . ولذا فقـد اكتملت السماء أولاً ثم أخذت الأرض شكلها بعد ذلك، وعندما اتحدت السماء بالأرض في الفراغ، واصبح كل شيء في غـاية البسـاطـة ، ثم وجدت الأشيـاء وحدهـا . وتلك هي الـوحدانيـة الكبـرى. فالأشـيـاء كلهـا جـاءت من هـذه الـوحـدانيـة ، ولكنهـا لم تلبث أن أصبحت مختلفة» .

هواي – نان تسو – الصين (نحو القرن الأول قبل الميلاد)

تعـزى هذه الأسـاطير إلى الجرأة البشريـة والفرق الـرئيسي بينهـا وبين أسطورتنـا العلمية الحديثة عن «الانفجار الكبير» هو أن العلـم يسائل نفسه واننا نستطيع القيام بتجـارب ورصد لاختبـار صحة أفكـارنـا . ولكن هذه القصص الأخـرى عن الخلق تستحق احترامنا العميق .

كل ثقافة إنسانية تفرح بالحقيقة القـائلة إنه توجد دورات في الطبيعة . ولكن كان التفكير يدور عما إذا أمكن لهذه الدورات أن تحدث لو لم تكن الآلهة راغبة فيها؟ وإذا كانت الدورات موجودة في حيـاة البشر، فلماذا لا يمكن ان توجد مثل هذه الدورات في دهر الآلهة؟ إن الديانـة الهندوسية هي الوحيدة من كل الـديانات الكبرى في العالم التي أخذت بـالفكرة القائلة إن الكـون ذاته يخضع لعدد هـائل وغير محدود فعلاً من الوفيات والولادات ، وهي الديانة الـوحيدة التي تتوافق فيها مقاييس الزمن وإن كان ذلك مصادفة دون شك مع مقاييس علم الكون الحديث. وتتراوح دوراتها الزمنية بين نهارنا وليلنا العاديين ونهار وليل براهما اللذين تصل مدتها إلى ٨,٦٤ مليار سنة ، أي أطـول من عمر الأرض أو الشمس، ونحـو نصف الـزمن الذي مضى على حـدوث «الانفجار الكبير» . ومع ذلك توجد لديها مقاييس زمنية أطول بكثير مما ذكر.

وهناك فكرة عميقـة وجذابة في أن الكون ليس سوى حلم الإلـه الذي حل نفسه

بعد مئة سنة براهمية إلى نوم دون أحـلام. وقد انحل الكون معه لفترة قرن براهمي آخر استفاق الإلـه بعده وأعاد تركيب نفسـه ثم بدأ ثانية يحلم بـالحلم الكوني الكبير. وفي الوقت ذاته وجد في أماكن أخرى عدد لا نهائي من الأكوان الأخرى. وكان لكل منها إلهه الخاص الذي يحلم بالحلم الكوني. وقد لطفـت هذه الأفكار العظيمة لدى تلك الشعـوب بفكرة أخـرى ربما كانت أعظم منهـا تقول إن النـاس ربما لم يكونـوا نتاجـاً لأحلام الآلهة، بل إن الآلهة هم نتاج لأحلام الناس.

يوجد في الهند آلهة عديدة، ولكل منها تجليـاته المختلفة. فبرونزيات «كولا» التي صُنعت في القرن الحادي عشر تشمل الكثير من أعمال التجسيد المختلفـة للإله شيفا (Shiva) ولعل التجسيد الأروع والأسمى منها كلها هو تمثيل خلق الكون في بداية كل دورة كونية، وهو موضوع معروف برقص شيفا الكوني. وللإله المسمى في هذه الصورة بـ «ناتـاراجا» أي ملك الرقص، أربع أيد، وفي اليد اليمنى العلويـة يوجد طبل ذو صوت هو صوت الخلق، وفي اليد اليسرى العلوية يوجد لسان من اللهب، يذكر أن الكون الذي خلق الآن مجددا سوف يدمر كليا بعد مليارات السنين من الآن.

هـذه الصور العميقـة والرائعـة هي كما أحب ان أتصور نـوع من الهاجس المسبق بالأفكار الفلكيـة الحديثة[٣] ومن المحتمل جداً ان الكون كـان يتمدد منذ الانفجار الكبير، ولكن ليس واضحـاً بأي شكل مـا إذا كـان سيستمـر في التمـدد إلى الأبـد. فالتمـدد قد يبطـؤ بالتـدريج ويتوقف ثم يعكس اتجاهـه. وإذا وجد أقل مـن كمية معينة حرجة من المادة في الكـون فإن جاذبية المجرات المتباعدة لن تكـون كافية لوقف التمدد وبالتالي فإن الكون سوف يظل مولياً الأدبار إلى الأبد. ولكن إذا وجدت كمية من المادة أكبر ممـا نستطيع رؤيتـه، كأن تكـون مخبأة في الثقوب السـوداء أو في الغـاز

---

(٣) التـواريخ على المدوّنـات المايـانية المحفـورة تتراوح أيضـا بين الماضي البعيـد، والمستقبل البعيـد احياناً. وتشير إحدى هذه الكتابات إلى زمن يزيد على مليون سنة مضت، بينما تشير كتابة أخرى إلى زمن يعود إلى ما قبل ٤٠٠ مليون سنة، وإن كان هـذا الأمر لا يزال موضع نقاش بين الباحثين في حضارة المايا. والأحـداث التي يجري تذكرها قد تكـون أسطورية لكن مقاييس الـزمن مذهلة فقبل ألف سنـة من محاولة الأوروبيين التخلص من الفكـرة التـوراتية القـائلة إن عمـر العالم هـو بضعة آلاف سنة فقط، كان المايانيون يفكرون بالملايين، بينما فكر الهنود بالمليارات.

الساخن وغير المرئي بين المجـرات، فإن الكون سوف يتهاسك بتأثير الجاذبيـة ويظهر تماماً تتابع الدورات الهندي، يتمدد ويتقلص بـالتتابع عالما فوق عالم في كون لا نهاية لـه. وإذا كنا نعيش في مثل هـذا الكون المتأرجح فإن «الانفجـار الكبير» ليس بدايـة خلق الكون، بل مجرد نهاية الدورة السابقة التي دمر فيها التجسيد الأخير للكون.

ربما لا يوافق أي من هـذه العلوم الكونيـة الحديثة أذواقنا. ففي احدهـا نجد ان الكون خلق قبل نحو عشرة أو عشرين مليار سنة وهو يمتد إلى الأبد والمجرات تتباعد في مـابينهـا إلى أن تختفي آخـر مجرة منها وراء افقنـا الكـوني. وعنـدئذ يصبح فلكيـو المجـرات دون عمل، والنجوم تبرد وتموت والمادة ذاتها تتبـدد ويصبح الكـون ضباباً بـارداً رقيقـاً من الجسيمات الأوليـة. وفي علـم ثان منها نجد الكون المتذبذب الذي لا بـدايـة ولا نهايــة لـه بينما نحن مـوجـودون في منتصف دورة لا نهائيـة من الموت والانبعاث دون أن تتسرب أي معلومـات عبر طرفي الذبذبـة. لا شيء يرشح في طرفي الذبذبـات من المجرات، أو النجوم أو الأشكال الحياتيـة أو الحضارات التي تطورت في التجسـيد السـابق للكون ويـرفرف عبـر «الانفجار الكبيـر» للتعـرف إليـه في عالمنـا الراهن.

مصير الكـون في أي من علمي الكـون المذكورين يمكن ان يبـدو كئيبـا، ولكن يمكننا ان نجد العزاء في مقاييس الزمـن المتعلقة بها. فهذه الأحداث سوف تستغرق عشرات مليـارات السنين أو أكثر. وأن الكـائنات البشريـة وأحفادنـا مهما يمكن أن يكـونوا يمكنهـم إنجـاز الكثـير جــدا خـلال عشرات مليارات السنـوات قبل أن يموت الكون.

وإذا كان الكون يتذبذب فعلا فإن مسائل أغرب سوف تنشأ أيضاً. ويظن بعض العلماء أنه عندما يعقب التقلص التمدد، وعندما تتغير أطياف المجرات البعيدة كلها نحـو اللـون الأزرق فإن السببيـة سوف تعكس اتجاههـا وتسبق النتـائج الأسبـاب. فموجات الماء تنتشر من نقطة ما على سطحه أولا، ثم أرم الحجر في البركة. والمصباح الكهربـائي يضيء أولا، ثم أشعله. ولا نستطيع الادعاء أننـا نفهم ماذا يعني عكس

هذه السببية، فهل سيولد عندئذ في القبر، ويموتون في الرحم؟ وهل يسير الزمن إلى الوراء؟ وهل لهذه الأسئلة أي معنى؟

يتساءل العلماء عما يحدث في عالم يتأرجح بين طرفين، وفي الانتقال من حالة التقلص إلى حالة التمدد. البعض يظن ان قوانين الطبيعة يعاد خلطها عندئذ بشكل عشوائي، وان نوع الفيزياء والكيمياء الذي يحكم هذا العلم لا يمثل سوى مجموعة واحدة من سلسلة لا نهائية من القوانين الطبيعية المحتملة. ومن السهل معرفة أن مجالا ضيقا جدا فقط من قوانين الطبيعة ينسجم مع المجرات، والنجوم، والكواكب، والحياة، والعقل. واذا كانت قوانين الطبيعة يعاد تنويعها بشكل لا يمكن التنبؤ به في طرفي التذبذب، فلم تكن سوى أكثر المصادفات استثنائية تلك التي جعلت ماكينة الحظ الكونية تجلب عالماً متلائماً معنا[٤].

هل نعيش في كون يتمدد إلى الأبد أو في عالم توجد فيه مجموعة لا نهائية من الدورات؟ ثمة طرائق لاكتشاف ذلك بأن نقوم بحساب دقيق للكمية الإجمالية من المادة في الكون، أو بالرؤية حتى حافة الكون. يمكن للتلسكوبات الراديوية أن تكشف الأجرام البعيدة جداً والضعيفة جداً. وعندما ننظر عميقاً في الفضاء، فإننا ننظر بعيداً إلى الوراء في الزمن أيضا. وأقرب كوازار ربما يكون على مسافة نصف مليار

(٤) لا يمكن إعادة بناء قوانين الطبيعة عشوائيا عند الطرفين. وإذا كان الكون قد مر فعلاً عبر ذبذبات عدة، فإن الكثير من قوانين الجاذبية المحتملة يمكن أن يكون من الضعف بحيث لايعود يتماسك الكون معها في أي تمدد أولي مفترض. وما أن يزل بالكون قانون جاذبية كهذا حتى يتفتت ويفقد أي فرصة لممارسة هذا التأرجح وبمجموعة أخرى من قوانين الطبيعة. وهكذا نستطيع أن نستنتج من الحقيقة القائلة إن الكون يوجد إما لعمر محدود، أو يوجد تقييد صارم على أنواع قوانين الطبيعة المسموح بها في كل تذبذب. وإذا لم تخلط ثانية قوانين الفيزياء عشوائياً في طرفي التأرجح، فيجب أن يكون هناك انتظام ومجموعة قواعد تقرر أي القوانين مسموح بها وأيها غير مسموح بها. مثل هذه المجموعة من القواعد يمكن أن تتألف من فيزياء جديدة تحل مكان الفيزياء الموجودة. ولايبدو في لغتنا الفقيرة أن هناك اسماً مناسباً لهذه الفيزياء الجديدة. وقد أفرغ كل من «الفيزياء النظيرة» Paraphysics و«ماوراء الفيزياء» Metaphysics من محتويهما من جانب فعاليات مختلفة بالأحرى، ويحتمل ألا تكون لها أي علاقة بها ولعل تسمية «الفيزياء الوراثية» Transphysics تكون مناسبة.

سنة ضوئية. أما الكوازار الأكثر بعداً فقد يكون على مسافة عشرة أو اثني عشر مليار سنة أو أكثر. ولكن إذا نظرنا إلى جرم ما يبعد عنا في المكان ١٢ مليار سنة ضوئية، فإننا نراه كما كان قبل ١٢ مليار سنة في الزمان. وهكذا فإذ ننظر بعيداً في الفضاء، فإننا ننظر إلى الوراء بعيداً في الزمن أيضاً، أي نعود إلى أفق الكون وإلى عصر «الانفجار الكبير».

تتكون «المنظومة الكبيرة جداً» من ٢٧ تلسكوب راديو منفردا في منطقة بعيدة في ولاية نيو مكسيكو. وهي منظومة متداخلة، تتصل التلسكوبات المنفردة فيها بعضها بالبعض الآخر ألكترونياً كما لو أنها تلسكوب واحد له نفس حجم عناصره الأبعد، أو كما لو أنها تلسكوب راديوي يبلغ طوله عشرات الكيلومترات. وتستطيع هذه «المنظومة الكبير جداً» أن تحلل أو تميز تفاصيل دقيقة في المناطق الراديوية من الطيف مساوية لما تستطيع أن تفعله أكبر التلسكوبات المتواضعة على الأرض في المنطقة البصرية من الطيف.

وفي بعض الأحيان يتم وصل هذه التلسكوبات الراديوية مع تلسكوبات أخرى في الجانب الآخر من الأرض فتشكل خطاً قاعديا مساويا لقطر الأرض وبمعنى آخر فإنها تشكل تلسكوبا في حجم كوكب الأرض وفي المستقبل يمكن أن نضع تلسكوبات في مدار الأرض وتدور باتجاه الجانب الآخر من الشمس وتكون في الواقع تلسكوب راديو بحجم القسم الداخلي من النظام الشمسي. ويحتمل أن تكشف هذه التلسكوبات البنية الداخلية للكوازارات وطبيعتها. وربما سنجد شمعة قياس الكوازارات، وبالتالي نحدد مسافات الكوازارات بمعزل عن تغيرات لونها الأحمر. وقد يصبح ممكنا عندما نفهم تركيب وتغير اللون الأحمر كأبعد الكوازارات أن نعرف ما اذا كان تمدد الكون قبل مليارات السنين كان أسرع مما هو عليه الآن، وما اذا كان هذا التمدد يتباطأ، وكذلك ما إذا كان الكون سينهار في يوم ما.

إن تلسكوبات الراديو الحديثة حساسة جدا. والكوازارات البعيدة هي من الضعف إلى حد يبلغ معه إشعاعها المكتشف نحو واحد من كدريليون واط (الكدريليون رقم مؤلف من واحد إلى يمينه ١٥ صفراً) وأن الكمية الإجمالية للطاقة

القادمـة من خارج النظـام الشمسي التي تسلمت حتى الآن بوسـاطة التلسكـوبات الراديوية كلها على كوكب الأرض هي أقل من طاقة ندفة ثلجية تضرب سطح الأرض وهكذا فإن فلكيي الراديـو يتعاملون لدى رصدهم اشعاع الخلفيـة الكونية وحسابهم طاقة الكـوازارات وتفتيشهم عن إشارات ترسلها الكائنات الـذكية من الفضاء، مع كميات من الطاقة تكاد تكون غير موجودة قطعاً.

بعض المواد وخاصة المواد في النجوم تلمع في الضوء المرئي وبالتالي تسهل رؤيتها. أما مواد أخـرى كالغاز والغبار في ضواحي المجـرات فليس من السهل كشفها. وهي لا تصدر ضوءاً مـرئياً وإن بدا أنها تطلق موجـات راديوية. وهذا هـو أحد الأسباب التي تجعلنـا نحتاج في كشفنـا أسرار الكون الغـامضة، إلى استخـدام أدوات غريبـة وترددات مختلفـة عن الضوء المرئي الـذي تتحسسه أعيننـا. وقد عثـرت المراصد التي وضعت في مدار الأرض على وهج قوي لـلأشعة السينية (X-Rays) بين المجـرات. وكان ذلك قـد اعتبر في البداية هيـدروجين ما بين المجـرات الساخن، وإنه مـوجود بكميات كبيرة لم يسبق أن رئيت قط من قبل كـافية ربما لإغلاق الكون ولضمان كـوننا أسـرى في كـون متذبـذب. ولكـن أعمال رصـد أحدث من قبل ريكاردو جيـاكوني Ricardo Giacconi ربما تكـون قد حللت لمعـان الأشعـة السينيـة في نقاط منفـردة يحتمل انها تشير إلى حشد هائل من الكوازارات البعيدة. وهي تسهم أيضا بكتلة غير معروفة سابقاً للكون. وعندما تكتمل عملية مسح الكون وتعرف كتل جميع المجرات والكوازارات والثقوب السوداء والهيدروجين الموجـود بين المجرات وموجات الجاذبية، وحتى الأجسام الأكثر غرابة في الفضاء فإننا سنعرف نوع الكون الذي نعيش فيه.

يولع الفلكيون عند نقاش بنية الكون على النطاق الواسع بالقول إن الكون منحن أو إنه لا يوجـد مركز له أو إنه محدود ولكن غير محدد، فما هذا الـذي يتكلمون عنه؟ دعونـا نتصور أننـا نعيش في بلاد غـريبة حيث كل شيء مسطح تمامـاً. حسب رأي أدوين أبـوت Edwin Abbot ، وهـو باحث مختص بشكسبير عـاش في إنكلترا الفيكتوريـة، يجب أن ندعو هذه البـلاد «البلاد المسطحة» وهكذا فإن بعضنـا يكون بشكل مربعـات، البعض الآخر بشكل مثلثـات، بينما تكون لبعض ثـالث أشكال

أكثر تعقيدا. ونحن نعدو عدواً من وإلى منازلنا المسطحة مشغولين بعملنا ولهونا المسطحين. ولكل شخص في هذه البلاد المسطحة عرض وطول، ولكن ليس له أي ارتفاع. نحن نعرف اليسار واليمين والأمام والخلف، ولكن لا نملك فكرة أو أي إدراك للأعلى والأسفل باستثناء رياضيي المسطحات. وهم يقولون: «اسمعوا فالأمور في الحقيقة سهلة جداً. تصوروا اليمين واليسار والأمام والخلف. حسناً كل شيء على مايرام؟ الآن تصوروا بعداً آخر يشكل زوايا قائمة مع البعدين الآخرين» ونقول نحن: «ماهذا الذي تتحدثون عنه؟» في زوايا قائمة على البعدين الآخرين!، لا يوجد سوى بعدين». دلونا على ذلك البعد الثالث. أين هو؟ وهكذا فإن الرياضيين يشعرون بخيبة الأمل وينصرفون عنا. لا أحد يسمع كلام الرياضيين.

كل مخلوق مربع في «البلاد المسطحة» يرى المربع الآخر كمجرد جزء من خط قصير أي ذلك الجانب المربع الأقرب إليه. ولا يستطيع أن يرى الجانب الآخر من المربع إلا إذا سار قليلا. ولكن «داخل» المربع يبقى غامضا إلى الأبد، مالم يحدث حادث مريع أو تقطع عملية تشريحية جوانبه وتكشف عن الأجزاء الداخلية. ولنفرض أن مخلوقاً ثلاثي الأبعاد كالتفاحة على سبيل المثال حوّم في أحد الأيام فوق البلاد المسطحة وترقب هذه التفاحة مربعاً جذاباً وذا منظر منسجم يدخل منزله المسطح، فتقرر أن تعبر عن مشاعر الود ثلاثية الأبعاد وتلقي السلام على هذا المربع قائلة: كيف الحال ياعزيزي؟ وتضيف: أنا زائرة من البعد الثالث. ولكن المربع البائس يتفحص من حول منزله المغلق ولا يرى أحدا. والأسوأ من ذلك أن تبدو التحية القادمة من فوق وكأنها خارجة من جسمه الخاص المسطح، أي صوت من داخله. ولعله يستدرك بشجاعة أنه جنون ويهرع إلى عائلته. وما تلبث التفاحة التي تحس بالسخط لأنها اعتبرت سبباً للاضطراب أن تنزل إلى البلاد المسطحة، والآن يمكن لهذا المخلوق الثلاثي الابعاد أن يوجد في البلاد المسطحة. ولكن بشكل جزئي فقط. فثمة مقطع منه فقط يمكن أن يرى، وهذا المقطع يشمل نقاط التماس مع السطح المستوي للبلاد المسطحة، فالتفاحة الجوالة عبر هذه البلاد المسطحة سوف تبدو في البداية كنقطة ثم تكبر بالتدريج لتصبح شرائح دائرية. فالمربع يرى نقطة

تظهر في غرفة مغلقة في عالمه الثنائي الأبعاد، ثم تكبر ببطء حتى تصبح دائرة تقريباً. ويقال إن مخلوقا ذا شكل غريب متغير ظهر مـن العدم وإذ تشعر التفاحة التي يصد عنها بالحزن من بلادة التسطح تـوجه لطمة إلى المربع ترفعه عاليـاً حيث يرتعد ويدور في ذلك البعـد الثالث الغـامض. في البـدايـة لا يستطيع المربع أن يدرك مـايحدث، فالأمر خارج تجربتـه تماماً. لكنه يدرك أخيراً أنه يرى البلاد المسطحـة من نقطة عالية فريـدة «من فوق». وهـو يستطيع رؤيـة داخل الغرف المغلقـة، وأن يستجلي حقيقة زملائه المسطحين، إنه يرى عـالمه من منظور فريد، ومدمـر. إن السفر عبر بعد آخر يقدم بشكل عرضي نوعـاً من الرؤية بالأشعة السينية. وفي نهاية المطـاف ينزل مربعنا نحو السطح كورقة تسقط، ومن وجهة نظر مواطنيه في البلاد المسطحة، فقد اختفى هـذا المربع بشكل غير قابل للتعليل مـن غرفتـه المغلقة، ثم تجسـد ثـانية عـائداً من العدم. وقد قال هؤلاء له: يـاللسماء ماذا حدث لك؟ ويجد نفسه يجيب قائلاً: أظن أننـي كنت فوق فيريتـون على جوانبه ويطمئنونـه بأن عائلته معروفـة بالأوهام. نحن لا نحتاج في هذه التأمـلات مابين الأبعاد أن نكون مقيـدين ببعدين فقط. ونستطيع كما قال آبوت، أن نتصور عالماً من بعـد واحد حيث يكون كل واحد بشكل جزء من خط، أو يمكن أن نتصور حتى العـالم السحري المؤلف من حيوانات البعـد الصفر، أي من النقاط. ولكن لعله أكثر إثارة، أن نفكر ببعد أكبر من الأبعاد. إلا يمكن أن يوجد بعد مادي رابع؟(٥).

يمكننـا أن نتصور إنشـاء مكعب بالطـريقة التـالية: خـذ جزءا من خط بطـول معين، وحركه بطـول مساو له، وبزوايـا قائمة عليه، فتحصل على مـربع. ثم حرك المربع بطول مساو لـه، وبزوايا قائمـة عليه، فتحصل على مكعب. ونحن نعرف أن

(٥) إذا وجد مخلـوق رباعي الأبعاد فإنـه يستطيع في عالمنا الثـلاثي الأبعاد، أن يتجسد ثـانية حسب الرغبة ويغير شكلـه بدرجة ملحوظـة، ويخرجنا من غرفنا ثم يجعلنـا نظهر من العدم. ويستطيع أيضاً أن يجعل ما في داخلنـا خارجاً. وثمة طرائق متعـددة يمكن أن نخرج فيها ماهـو موجود في داخلنا ونـدخل فيها ماهو مـوجود خارجنـا. ولعل أسوأها هـو أن تخرج منا احشاؤنا وأعضـاؤنا الـداخلية ويـدخل فينـا الغاز المتألق الموجـود بين المجـرات، والمجرات ذاتها، والكـواكب وكل الأشياء الأخرى، ولست متأكداً من أنني أحب هذه الفكرة.

هذا المكعب يرمي ظلا نرسمه عادة مربعين رؤوسهما متصلة فيما بينها، وإذا دققنا في ظل المكعب في بعديه، فإننا نلاحظ أن الخطوط لا تظهر كلها متساوية، ولا تكون الزوايا كلها قائمة. فالجسم الثلاثي الأبعاد لم يمثل بشكل كامل لدى تحويله إلى شكل ذي بعدين. وهذا هو ثمن فقدان أحد الأبعاد في الإسقاط الهندسي. دعونا الآن نأخذ مكعبنا الثلاثي الأبعاد، ونحمله بزوايا قائمة على ذاته عبر بعد مادي رابع ليس اليسار إلى اليمن، ولا من الأمام إلى الخلف، ولا من الأعلى إلى الأسفل، بل بزوايا قائمة وبأن واحد في جميع هذه الاتجاهات. أنا لا استطيع ان أبين لك هذا الاتجاه أو البعد الرابع وإن كنت قادراً على تخيل وجوده. وفي هذه الحالة نكون قد انشأنا مافوق المكعب الرباعي الأبعاد ويعرف بالمكعب الرباعي الأبعاد. ولكنني لا استطيع أن اجعلك ترى هذا المكعب الرباعي الأبعاد، لأننا نحن جميعا أسرى الأبعاد الثلاثة. وما استطيع أن أريك إياه هو الظل الثلاثي الأبعاد للمكعب الرباعي الأبعاد. وهو يشبه مكعبين متداخلين تتصل جميع رؤوسهما بخطوط.

أما بالنسبة إلى مكعب رباعي الأبعاد حقيقي فتكون جميع الخطوط متساوية في الطول وجميع الزوايا قائمة.

تصور عالماً مماثلاً تماماً للبلاد المسطحة، الا أن سكانه يجهلون أن عالمهم الثنائي الأبعاد هذا منحن عبر بعد مادي ثالث. وعندما يقوم هؤلاء السكان برحلات قصيرة فإن عالمهم يبدو مسطحاً بشكل كاف. ولكن إذا قام أحدهم برحلة طويلة بما فيه الكفاية على امتداد ما يبدو أنه خط مستقيم، تماماً فإنه يكشف سرا كبيراً. فبالرغم من أنه لم يصل إلى حاجز ما ولم يستدر قط فقد عاد إلى المكان الذي انطلق منه. ولابد أن يكون عالمه الثنائي الأبعاد مغلقا أو منحنياً أو ملتوياً عبر بعد ثالث خفي. وهو لا يستطيع تصور هذا البعد الثالث، ولكنه يستطيع أن يستنتجه. إذا اضفنا بعداً واحداً إلى كل الأبعاد في هذه القصة يصبح لدينا ذلك الوضع الذي يمكن أن يطبق علينا.

أين مركز الكون؟ وهل توجد حافة له؟ وماذا يوجد وراء هذه الحافة؟ لو كنا في عالم ثنائي الأبعاد ينحني عبر بعد ثالث، لما كان هناك مركز أو على الأقل ليس على

سطح الكرة. إن مركز مثل هذا العالم ليس فيه بل هو موجود في البعد الثالث داخل الكرة لا يمكن الوصول إليه وفي حين لا توجد سوى مساحة كبيرة جداً على سطح الكرة لا وجود لحافة لهذا العالم، فهو محدود ولكنه غير مقيد. وبالتالي فإن السؤال عما يوجد خلفه لا معنى له. فالكائنات المسطحة لا تستطيع بإمكاناتها الخاصة أن تخرج من بعديها.

أضف الآن بعداً واحداً إلى الأبعاد كلها فيصبح لديك الوضع الذي يمكن أن ينطبق علينا، العالم مثل شكل «مافوق الكرة» بأربعة أبعاد لا مركز له ولا حافة ولا يوجد شيء وراءه، ولماذا تبدو المجرات كلها تنأى عنا؟ إن الشكل «فوق الكروي» يتمدد من نقطة واحدة شأنه شأن بالون رباعي الأبعاد يتعرض للنفخ، خالقاً في كل لحظة المزيد من الحجم الفضائي في العالم. وفي وقت ما بعد أن يبدأ التمدد تتكثف المجرات وتُحمل إلى خارج سطح الشكل «فوق الكروي». وهناك فلكيون في كل مجرة، والضوء الذي يرونه يؤسر أيضا في السطح المنحني للشكل «فوق الكروي». وعندما تتمدد الكرة فإن الفلكيين في أي مجرة سوف يظنون أن المجرات الأخرى كلها تبتعد عنهم. ولا توجد أطر مرجعية متميزة[٦] فكلما ابتعدت المجرة ازدادت سرعة تحركها والمجرات منطوية في الفضاء وملتصقة به فيما نسيج الفضاء يتمدد. أما عن السؤال: أين يقع الانفجار الكبير في الكون الحالي، فالجواب الواضح أنه يقع في كل مكان.

إذا وجدت مواد غير كافية لمنع الكون من التمدد إلى الأبد فيجب أن يكون هذا الكون ذا شكل مفتوح ومنحن كالسرج، وذا سطح متمدد إلى اللانهاية في تصورنا الثلاثي الأبعاد. أما إذا وجدت مواد كافية فسيكون ذا شكل مغلق، ومنحن كالكرة في تصورنا الثلاثي الأبعاد. وإذا كان الكون مغلقا فإن الضوء مأسور فيه. وفي أعوام العشرينات من هذا القرن وجد المراقبون في الاتجاه المعاكس لـ «م - ٣١» زوجاً بعيدا من المجرات الحلزونية وقد ساورهم الشك في أنهم ربما يرون درب اللبانة و«م - ٣١»

(٦) إن وجهة النظر القائلة إن العالم يبدو غالباً بالشكل ذاته بغض النظر عن المكان الذي ننظر منه إلى هذا العالم، كانت قد اقترحت لأول مرة من قبل غيوردانو برونو.

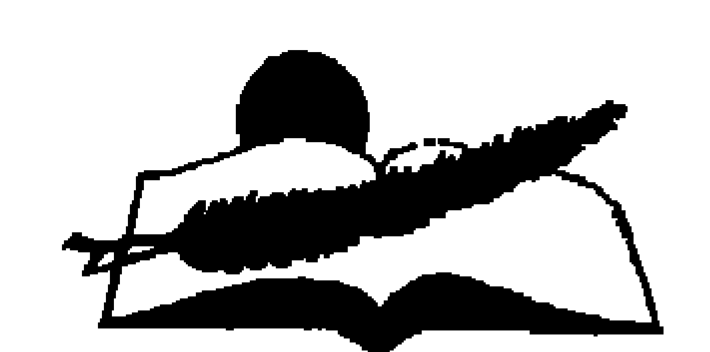
من الاتجاه الآخر على غرار أن ترى مؤخرة رأسك بوساطة الضوء الذي دار حول العالم ليصل إليها، وتساءلوا عما إذا كان ذلك ممكنا؟ نحن نعرف الآن أن الكون أكبر بكثير مما تصور هؤلاء في أعوام العشرينات من هـذا القرن. ويمكن أن يستغرق الضوء وقتاً أكبر من عمر الكـون ليدور حـوله. والمجـرات أصغر من الكـون. أما إذا كـان هذا الكون مغلقاً ولا يستطيع الضـوء الهروب منه فقد يكون أمـراً صحيحاً تماماً أن نصف الكـون بأنه ثقـب أسـود. وإذا أردت أن تعرف مـاذا يشبه داخل الثقب الأسـود فانظر حولك.

كنا قـد ذكرنا سـابقا إمكانيـة امتداد الثقوب الـدودية من مكان مـا في الكون إلى مكان آخـر دون تغطية المسـافة الفـاصلة بينهما وذلك عبر ثقب أسـود، ويمكننا أن نتصور هذ الثقوب الدودية بـوصفها أنابيب تمر عبر بعد مادي رابع. ونحن لا نعرف ان هذه الثقوب الدودية موجـودة. ولكن إذا وجدت فهل يجب أن تكون دائما مرتبطة بمكان آخـر في عالمنا؟ أو يمكن أن تكـون موصولة بعـوالم وأماكن أخرى، لـولا هـذه الثقوب الدوديـة لما أمكننا الوصول إليها أبـداً؟ كل مانعرفه أنـه ربما كان هناك الكثير من العـوامل الأخـرى. وربمـا تكـون هـذه العوامـل بمعنـى ما مـتداخلة مع بعضها البعض.

وهنـاك فكـرة غـريبـة ومثيرة للخيـال، وهي من أروع التخمينـات في العلم أو الـدين. وهذه فكـرة لا تقـوم على أي برهـان، وربما لن يتم إثبـاتها في المستقبل على الإطلاق. ولكنها مثيرة إلى أقصى حد. فهنـاك حسبما قيل لنا، تتابع لا نهائي للعوالم حيث إن جسيمـة ما أوليـة في عـالمنا، كـالألكترون على سبيل المثـال، ستكشف إذا أمكن النفوذ إليها عن كـونها عالما مغلقاً كاملاً في داخلها ينتظم ـ على غرار المجرات المحليـة والهياكل الأصغـر ـ عـددا كبيرا جداً من الجسيمات الأوليـة الأخرى الأصغـر حجماً إلى حد كبير، والتي تشكل في حد ذاتها عوالم في المستوى التالي. وهكذا تستمر العـوالم إلى الأبد في نـوع من الانكفـاء اللانهائي لعـوالم داخل أخـرى إلى مالا نهايـة، وتتكـرر الظـاهـرة ذاتها نحـو الأعلى. ويمكن أن يكـون عـالمنـا المألـوف المؤلف من

المجـرات، والنجوم والكـواكب والنـاس جسيمـة أولية منفـردة في العـالم الذي يليـه صعودا والخطوة الأولى في عملية انكفاء أخرى لا نهائية.

وهذه هي الفكـرة الدينيـة الوحيدة التي أعـرف أنها تتجاوز العـدد اللانهائي من العوالم الدورية القديمة وغير المحـدودة في علم الكونيات الهندوسي، فماذا تشبه تلك العوالم الأخرى؟ وهل هي مبنية حسب قوانين فيزيـائية مختلفة؟ وهل يوجدفيها نجوم ومجرات وكواكب أم أشياء أخـرى مختلفة تماماً؟ وهل يمكن أن تكون مـلائمة لشكل مختلف إلى حد لا يمكن تصـوره من الحياة؟ ربما سـوف نحتاج لكي نـدخل إليها إلى النفوذ عبر بعد مادي رابع وهو أمر لا يسهل القيـام به بالتأكيد. لكن ربما يقدم إلينا ثقب أسـود وسيلة هـذا النفـوذ. وقـد توجـد ثقـوب سوداء صغيرة في حـي نظامنـا الشمسي. وإذ نقف على حافة الأبدية فلا يبقى علينا إلا أن نقفز.



الفصل التاسع

موسوعة المجرات

كنا قد أطلقنا أربع سفن إلى النجوم هي «بيونير ـ ١٠» و«بيونير ـ ١١»، و«فواياجير ـ ١» و«فواياجير ـ ٢» وكلها مركبات متخلفة وبدائية، وتتحرك ببطء كالسباق في الحلم، إذا ما قورنت بالمسافات الكبيرة جدا التي تفصل بين النجوم. ولكننا سنقوم بما هو أفضل من ذلك في المستقبل. ستكون سفننا أسرع. وسوف تحدد أهداف مابين النجوم، وعاجلاً أو آجلاً سيكون في مركباتنا الفضائية أطقم بشرية. ولابد أن يكون في مجرة درب اللبانة الكثير من الكواكب الأكبر عمراً من الأرض بملايين السنين، وبعضها أكبر عمراً من الأرض بمليارات السنين. ألا يمكن أن يكون سكان هذه الكواكب قد قاموا بزيارتنا خلال هذه المليارات من السنين منذ نشوء كوكبنا، ألم يكن هناك حتى مركبة غريبة واحدة من حضارة بعيدة قد كشفت عن عالمنا من فوق، وحطت ببطء على سطحه لتراها اليعاسيب المتقزحة الألوان Dragonflies ، والزواحف غير الفضولية، والقرود ذات الأصوات العالية، أو حتى البشر الجوالون؟ إن الفكرة طبيعية تماما. وقد خطرت لكل من فكر، وإن بالمصادفة، بمسألة الحياة العاقلة في الكون. ولكن هل حدث ذلك فعلا؟. إن المسألة الحاسمة هي نوعية الدليل المقدم ـ أعني فحص هذا الدليل بدقة وبتشكك ـ وليست الشهادة غير المدعّمة لشاهد أو اثنين من الشهود المزعومين. وفي هذا المقياس، لا توجد دعاوى قوية تتعلق بزيارات خارج الأرض بالرغم من كل الادعاءات عن الأجسام الغريبة المجهولة وعن رواد الفضاء القدماء الذين جعلوا الأمر يبدو أحيانا كما لو أن كوكبنا مغمور بالضيوف غير المدعوين. وأنا أتمنى لو كانت الأمور خلافا لذلك. فثمة شيء ما لا يقاوم بشأن اكتشاف أي دليل، حتى لو كان تذكاراً ما،

أو ربما نقوشًا معقـدة محفورة في مكان ما، تمكننا من فهم حضــارة غريبـة ومغايـرة. إنه إغراء كنا، نحن البشر، قد شعرنا به من قبل.

في عام ١٨٠١ كان الفيزيائي جوزف فورييه Joseph Fourier [1] رئيسا للدائرة الفرنسية المعروفة باسم (Isére) وعندما كان يفتش المدارس في مقاطعته، اكتشف ولداً في الحادية عشرة من عمره. كان ذكاؤه الملحـوظ، وفطنته في تعلم اللغات الشرقية قد حـازا اهتمام وإعجاب البـاحثين فـدعاه فـورييـه إلى منزلـه بغيـة تبادل الأحـاديث. فأعجب الولـد بمجموعة فورييـه من التحف المصرية، التي كان قد جمعهـا في أثناء الحملة النـابليونيـة التي عمل فيها مسـؤولا عن تصنيف المعلومـات الفلكية في تلك الحضارة القديمة. وأثارت الكتابات الهيروغليفيـة إعجاب الولد الذي تساءل قائلا: ولكن ماذا تعني هـذه الكتابات؟ وكـان جواب فـورييه: لا أحد يعـرف. كان اسم الولد هو جون فرانسوا شـامبليون. وإذ أثاره سر اللغة التي لا يعرف أحد كيف تقرأ، فقد أصبح لغويا ممتازا وانهمك بولع شديد في الكتـابة المصرية القديمة، كانت فرنسا آنـذاك تزخـر بفيض من التحف المصرية التي سرقهـا نابليـون ووضعت تحت تصرف العلماء الغـربيين في وقت لاحق. وكانت قـد نشرت سجلات تلك البعثـة فالتهمهـا الشـاب شامبليـون. وما أن بلغ شـامبليون سن الـرشد حتى نجح في تحقيق طمـوح طفولته وفك رمـوز الكتابات الهيروغليفية المصرية القديمـة. ولكن لم يضع شامبليون لأول مرة قدميه في أرض أحلامـه مصر إلا في عام ١٨٢٨، أي بعد ٢٧ سنة من لقائه بفورييه، فركب مركبا شراعيا وصعد في النيل من القاهرة، مقدما التحية إلى الحضارة التي كـان قـد عمل جاهـدا من أجل فهمهـا. كـانت تلك بعثـة في وقتها، وزيـارة لحضارة غريبة كتب عنها مايلي:

«وصلنا أخيرا مساء السـادس عشر إلى دندرا. كان ضوء القمـر رائعا، وكنا على مسافـة ساعة واحـدة من المعابد: فهـل نستطيع مقاومة الإغـراء؟ إني لأسأل أكثركم بروداً أيها الفانون! كانت الأوامر في تلـك اللحظة هي أن نتناول طعام العشاء ونغادر

---

(١) يعرف فـورييه الآن بـدراسته عن انتشـار الحرارة في الأجسام الصلبـة التي تستخدم حـالياً لفهم خواص سطوح الكواكب، وكذلك بأبحاثه المتعلقة بالموجات والحركات الدورية الأخرى ـ والتي هي فرع من الرياضيات يعرف بتحليل فورييه.

فورا: وحدنا وبدون مرشدين، ولكن مسلحين حتى الأسنان. قطعنا الحقول. . وأخيرا ظهر المعبد لنا. . يمكن لأحدنا أن يقيسه جيدا، ولكن يستحيل إعطاء فكرة عنه. إنه الجمع بين الجمال والجلال بأعلى درجة. بقينا هناك ساعتين في حال من الحماس، نركض عبر الغرف الكبيرة. . ونحاول قراءة الكتابات الخارجية في ضوء القمر. ولم نعد إلى المركب إلا في الساعة الثالثة صباحا ثم عدنا إلى المعبد في الساعة السابعة. . وما كان رائعا في ضوء القمر بقي كذلك عندما كشف لنا ضوء الشمس كل التفاصيل. . نحن في أوروبا لسنا سوى أقزام، وليس هناك أي أمة قديمة أو حديثة، استطاعت أن تتوصل إلى فن عمارة بهذا الأسلوب الرفيع، والعظيم، والمهيب، الذي توصل إليه المصريون القدماء. وقد أمروا بأن يصنع كل شيء للناس الذين لا تقل قاماتهم عن ٣٠ قدماً».

على جدران وأعمدة الكرنك، في دندرا، وفي كل مكان في مصر، سرّ شامبليون عندما وجد أنه يستطيع قراءة الكتابات دون جهد تقريبا. كان الكثيرون قبله قد حاولوا ولكن دون نجاح في فك رموز اللغة الهيروغليفية، والتي يعني اسمها «الكتابات المحفورة المقدسة». وقد ظن بعض العلماء أنها نوع من الشيفرة المصورة، والغنية بالاستعارات الغامضة، التي يتعلق معظمها بمقل العيون والخطوط المتموجة، والخنافس والنحل الطنّان والطيور. كانت الفوضى غالبة فهناك من استنتج أن المصريين كانوا مستعمرين جاؤوا من الصين القديمة. وكان هناك من استنتج العكس. وقد نشرت مجلدات كبيرة من ترجمات زائفة. وكان أحد المترجمين نظر إلى حجر رشيد، الذي لم تكن كتاباته الهيروغليفية قد حلت رموزها، وأعلن فورا معنى مضمونها. وقال إن حل الرموز السريع مكّنه من «تجنب الأخطاء المنتظمة التي تنشأ دائما من التفكير الطويل وأكد: إنك تحصل على نتائج أفضل عندما لا تفكر كثيرا. شيء مماثل لذلك في التفتيش عن الحياة خارج الأرض الآن، إذ يرعب تفكير الهواة المطلق العنان الكثير من المحترفين ويجعلهم يتركون هذا الميدان.

قاوم شامبليون فكرة كون اللغة الهيروغليفية مجرد استعارات صورية، ولكنه قام عوضا عن ذلك وبمساعدة الفطنة اللامعة للفيزيائي الإنكليزي توماس يونغ،

بتقديم مـايلي : كان حجـر رشيد قـد اكتشف في عام ١٧٩٩ من قبل جنـدي فرنسي يعمل في تحصين بلدة رشيـد الموجودة في دلتا النيل، وبما أن الأوروبيين كانـوا يجهلون اللغة العربية كليا، فقد أطلقوا على رشيد (Rashid) تسمية روزيتا Rosetta . وكان هذا الحجر لوحا من معبد قديم يعرض مابدا واضحا أنه الرسالة ذاتها مكتوبة بثلاث لغات مختلفـة هي : الهيروغليفية في الأعلى، ونـوع من الهيروغليفيـة المكتوبة بـأحرف متصلـة ويعرف بـالـديمـوطي* في الوسط ، ، والإغـريقيـة وهي مفتـاح المغامـرة في الأسـفل. قـرأ شـامبليون، الـذي كـان يتقـن اللغـة الإغريقيــة، أن الحجـر نقش بهـذه الكتــابات احتفاء بذكـرى تتويج بطليمـوس الخامس الأبيفاني (Ptolemy V Epiphanes، في ربيع عام ١٩٦ قبل الميـلاد، كان الملك قـد عمل في هذه المنـاسبة على إطـلاق سراح المســاجين السيـاسيين، وخفض الضرائب، وتقـديم الهبـات إلى المعابد والعفو عن المتمردين، وتعزيز القـدرات العسكرية، وباختصار كل ما يفعله الحكام الحاليون عندما يريدون البقاء في السلطة .

كان النص الاغريقي يـذكر بطليموس (Ptolemy) عدة مرات. وقـد وجدت أيضا في المواقع ذاتها تقـريبا في النص الهيروغليفي مجمـوعة من الـرموز محاطـة بدوائر اهليلجية أو إطارات مزخرفة، وقدّر شامبليون أنه من الممكن جدا أن الكلمات ضمن هذه الدوائر تشير إلى بطليمـوس. إذا كان الأمر كذلك، فإن الكتـابة لا يمكن قطعا أن تكون رمـوزا لصور أو مجازات، بل إن أغلب الرمـوز تمثل حروفا أو مقـاطع . كان شامبليـون حاضر الـذهن في عدّ الكلمات الاغـريقية والكلمات الهيروغليفيـة المنفردة التي يحتمل أنها كـانت تتضمن نصـوصا واحـدة. وكـانت الأولى أقل، الأمر الـذي أوحى لـه ثـانيـة أن اللغة الهيروغليفيـة كـانت تتألف بصـورة رئيسيـة من أحـرف أو مقاطع. ولكن أي الأحـرف الهيروغليفية تقـابل الأحرف الإغـريقية؟ ولحسن الحظ ، توافرت لدى شامبليـون مسلة كانت قد حفرت في فيلي (Philae)، والتـي تضمنـت المعادل الهيروغليفي لاسـم كليوباتـره بالاغـريقية. وأعيـد ترتيب إطـاري بطليموس Ptolemy وكليوباتره Cleopatra بحيث تقرأ الكلمتان من اليسار إلى اليمين. اسم

* ذو علاقة بالخط المصري القديم المستعمل في الحياة اليومية ـ المترجم.

بطليمـــوس Ptolemy يبـدأ بالحرف «ب» والحرف الأول في الاطـار هـو على شكل مربع. وفي كليـوباتره Cleopatra نجد أن الحرف الخامس هـو «ب»، وقد وجد أن الحرف الخامس ضمن الاطـار هـو مـربع أيضـا. إذن المربع هـو حـرف «ب». وفي بطليمـوس نجد أيضـا أن الحرف الـرابع هو «ل» وهـو ممثل بـالأسد. وكـذلك ففي كليـوبـاتـره نجـد أن الحرف الثـاني هـو «ل»، وهـــو ممثل بـالأسـد أيضـا في اللغـة الهيروغليفية. والنسر هو الحرف «أ» الذي يظهر مرتين في كليوبـاتره وبذلك يتوافر لنا نمـوذج واضح. ثم إن الحروف الهيروغليفية المصريـة هي، في قسم كبير منهـا، مجرد رمز بسيط بديل، ولكن ليس كل حـرف هيروغليفي حرفا أو مقطعا، بل إن البعض منها هـو صور. وهكذا فإن نهاية إطـار بطليموس تعني «الأبدي» وحبيب الإلـه بتاه Ptah. أمـا نصـف الـدائرة والبيضة في نهايـة كليوبـاتـره فهي رمز تقليـدي لـ «ابنـة ايـزيس». هذا الخـــلط بيـــن الأحـرف والرمـــوز ســـبب بعـــض الضيـــق للمترجـين الأوائل.

يبدو ذلك عندمـا يسترجع سهلاً تقريباً. ولكن الأمر احتـاج إلى عدة قرون لكي يكشف، وكـان لابـد من عمـل الكثير في هـذا المجـال، ولاسيما في مجال حل رمـوز الأحرف الهيروغليفية العـائدة إلى أزمنة أكثر قدمـا. كانت الإطارات المزخرفـة مفتاحا ضمن مفتـاح آخر، كما لـو كان فراعنـة مصر أحاطـوا أسماءهم بدوائر لكـي يسهّلوا العمل على علماء الآثار المصريـة الذين سيأتـون بعد ألفي سنة. مشى شـامبليون في قاعة هيبوستيل الكبرى في الكرنك وقرأ بشكل عرضي الكتابات التي كانت قد حيّرت الآخـرين قبله، مجيبـا عن السـؤال الذي كـان قد طـرحـه، عندمـا كان ولـداً، على فوريبه. أي بهجـة كانت في فتح قناة اتصال، ذات اتجاه واحـد مع حضارة أخرى، والسياح لثقـافة، ظلـت صامتـة آلاف السنين، أن تتكلم عن تـاريخهـا وسحرهـا، وطبها، وديانتها، وسياستها، وفلسفتها.

واليوم، نحن نبحث مرة أخرى عن رسائل من حضـارة ساحقة وغريبة، ولكنها مخبأة عنا هذه المرة لا في الزمان فحسب، بل في المكان أيضا. فإذا تسلمنا رسالة راديو من حضـارة خـارج الأرض فكيف يمكننا فهمهـا؟. إن الـذكـاء الآتي من الفضـاء

الخارجي سيكون رائعا، ومعقداً ومنسجماً داخليا، وغريبا عنا كليا. ويمكن طبعا أن ترغب الكائنات غير الأرضية في جعل رسالتها إلينا سهلة الفهم قدر الإمكان. ولكن كيف يمكنهم أن يفعلوا ذلك. وهل يوجد هناك، مثلاً، حجر رشيد ما بين النجوم؟ نحن نظن أنه يوجد فعلا. ونظن أن هناك لغة مشتركة لدى الحضارات التقنية كلها، مهما كان بعضها مختلفا عن البعض الآخر. تلك اللغة المشتركة هي العلم والرياضيات. فقوانين الطبيعة هي واحدة في كل مكان. وأن نماذج طيف النجوم البعيدة والمجرات هي نفس نماذج الشمس والتجارب المخبرية الملائمة. ولا توجد العناصر الكيميائية ذاتها في كل مكان من الكون فحسب، بل إن نفس قوانين ميكانيك الكم التي تحكم امتصاص وانبعاث الاشعاع بوساطة الذرات يُعمل بها في كل مكان أيضا. وكذلك، فإن المجرات البعيدة التي تدور إحداها حول الأخرى تتبع قوانين الجاذبية ذاتها التي تحكم حركة سقوط تفاحة على الأرض، أو مركبة «فواياجير» في طريقها إلى النجوم. وأن نماذج الطبيعة متماثلة في كل مكان. وهكذا، فإن رسالة قادمة مما بين النجوم، ومعدة لكي تفهم من قبل حضارة ناشئة، يجب أن تكون سهلة الحل.

نحن لا نتوقع وجود حضارة تقنية متقدمة في أي كوكب من كواكب نظامنا الشمسي. فلو وجدت حضارة متأخرة عنا قليلا نحو عشرة آلاف سنة، على سبيل المثال فلن تكون لديها تكنولوجيا متقدمة إطلاقا. ولو كانت هذه الحضارة متقدمة عنا بقليل، نحن الذين بدأنا فعلا في استكشاف النظام الشمسي، لكان ممثلوها قد وصلوا إلينا حتما. ولكي نتصل بحضارات أخرى، فنحن بحاجة إلى طريقة لا تكفي لتغطية المسافات بين الكواكب فحسب، بل المسافات بين النجوم أيضا. ومن الناحية المثالية يجب أن تكون هذه الطريقة غير مكلفة ليمكننا أن نرسل ونتسلم كمية كبيرة جدا من المعلومات بتكلفة قليلة، وبسرعة تجعل نقل الحوار بين النجوم ممكنا، وواضحا، ويمكن لأي حضارة تقنية مهما كان مسار تطورها، أن تكتشفها في وقت مبكر. ولعل الأمر الذي يدعو إلى الدهشة هو أن هذه الطريقة موجودة، وتعرف بعلم الفلك الراديوي Radio Astronomy.

أكبر مرصد نصف مسّير بـالراديو والرادار على الكرة الأرضيـة هو منشأة أريسيبو (Arecibo) التي تشغلها جامعـة كورنلCornell لصالح مؤسسـة العلوم القومية. يوجـد هذا المرصد الذي يبلغ قطـره ٣٠٥ أمتار في منطقة نائيـة في جزيرة بورتـوريكو ويشكل سطحـه العـاكس مقطعـا مـن كـرة وضعت في واد يشبـه بطبيعتـه شكل الفنجان. وهو يتسلم موجات راديو من أعماق الفضـاء مركزا إياها على ذراع التغذية في هوائي يرتفع عاليا فوق الصحن الذي يرتبط بدوره، إلكترونيا بغرفة السيطرة حيث تحلل الإشارة. وعنـد اختيار استخـدام التلسكوب كجهـاز إرسال لاسلكي، يمكن لـذراع التغذيـة في الهوائي بث إشـارة إلى الصحن الـذي يعكسهـا إلى الفضاء. وقـد استخدم مرصـد أريسيبو للبحث عن إشارات عاقلة قادمـة من حضارات أخرى في الفضاء، بالإضافة إلى بث رسالة، ولمرة واحدة فقط، إلى «م-١٣» التي هي مجموعة نجوم كروية بعيدة، وذلك لكي تكون إمكاناتنا التقنية في العمل في كلا جانبي الحوار النجمي واضحة بالنسبة إلينا على الأقل.

استطاع مـرصد أريسيبـو، في فترة أسابيع قليلة، أن يـرسل إلى مرصـد مماثل على كوكب تـابع لنجم قريب، الموسوعـة البريطانية كلهـا. وتنتقل أمواج الراديـو بسرعة الضوء وهي أسرع بعشرة آلاف مرة من إرسـال رسالة مع أسرع مركبة فضائيـة لنا إلى ما بين النجوم. فالتلسكوبات الراديـوية تولد، في مجالات التردد الضيقة، إشارات على درجـة من القـوة يمكن أن تلتقط على مسـافات كبيرة جـدا بين النجـوم. ويستطيع مرصد أريسيبـو أن يقيم اتصالا مع تلسكوب راديو مماثل على كوكب يبعد ١٥ ألف سنة ضوئيـة، وهي نصف المسافة إلى مركـز مجرة درب اللبانة، إذا عرفنـا بدقة إلى أين نوجهه. ولابد أن نقول إن الفلك الراديوي هـو تكنولوجيا طبيعية. وعمليا، فإن جو أي كـوكـب، وبغض النظـر عن تركيبـه، يجب أن يكـون شفافـا جـزئيـا بالنسبـة إلى موجات الراديو. ولا تمتص كثيرا إشارات الراديـو أو تتبعثر بوساطة الغاز الموجود بين النجوم، شأنها شأن محطـة راديو سان فـرانسيسكو التي يمكن أن تسمع بسهـولة في لـوس أنجليس حتى عندمـا يقلل مزيج الـدخان والضبـاب درجة الـرؤية أو طـول الموجات البصريـة حتى بضعـة كيلومترات. ويوجـد الكثير من المصـادر الراديـوية

الكونيـة ، الطبيعيـة التي لا علاقة لها بالحيـاة العاقلة ، نـذكر منها النجوم النـابضة Pulsars والكوازارات ، وأحـزمة الإشعـاع للكواكب ، ولـلأجواء الخارجيـة للنجوم ، وهنـاك في كل كوكب تقـريبا مصـادر راديـو قويـة يمكن كشفها في وقت مبكـر من التطور المحلي لعلم الفلك الـراديوي وفضلا عن ذلك ، فإن الراديـو يمثل جزءا كبيرا من الطيف الإلكترومغناطيسي . وأن أي تكنولـوجيا قادرة على كشف الإشعاع ، مهما كان طول موجته سوف تعثر فورا على القسم الراديوي من الطيف .

يمكن أن توجد طرائق فعالة أخرى للاتصال ذات حسنات ملموسة نذكر منها : مـركبات الفضـاء المسـافرة بين النجـوم ، وأشعـة الليـزر البصرية أو تحت الحمـراء ، والنيوترينوات النابضة وموجـات الجاذبية المتغيرة ، أو نوع ما آخر من الإرسال ربما لن نكتشفـه قبل ألف سنة . ويمكن أن تكـون الحضارات المتقـدمة قـد تخطت مرحلـة الراديو في اتصالاتها . ولكن الراديو قوي ، ورخيص وسريع وبسيط . وسيعرف هؤلاء حتما أن حضارة متخلفة كحضارتنـا ، ترغب في تسلم رسائل من السماوات ، لابد أن تستخـدم تكنـولوجيـا الـراديـو في المقـام الأول . وربما يضطرون عنـدئذ إلى إخـراج التلسكويـات الراديويـة من متحف التكنولوجيا القـديمة . وإذا كنا ستتسلم رسـالة راديو فيمكننـا أن نعرف أن هنـاك شيئا واحدا على الأقل يمكننـا التحدث بـه ، وهو الفلك الراديوي .

ولكن هل يوجـد أحد هناك لنتحـدث إليه؟ فمع وجود ثلث أو نصف تـريليون نجم في مجرتنا «درب اللبانـة» وحدها ، هل يمكن أن يكون نجمنا هو الـوحيد الذي يحتوي على كوكب مأهـول بالسكان؟ وماهو احتمال أن تكون الحضـارات التقنية أمرا كونيا مألوفا وأن تكون مجرتنا نابضة وزاخـرة بالمجتمعات المتقدمة ، وبالتالي فإن أقرب هذه الحضارات غير بعيدة عنا ، وربما ترسل رسائلهـا من هوائيات مقامة على كوكب تابع لنجم نراه بـالعين المجردة ، ويقع في جوارنا . وربما عندمـا ننظر إلى السماء ليلا ، يوجـد قرب إحدى تلك النقـاط المضيئة الخافتـة ، عالم فيه شخص مختلف تمامـا عنا يلهو بـالتطلع إلى النجم الذي ندعوه نحن «الشمس» ويمتع نفسـه ، للحظة فقط ، في تأمل عاصف .

يصعب جدا أن نتأكد من هذه الأمور. قد توجد عوائق حادة أمام تطور حضارة تقنية. ويمكن أن تكون الكواكب أندر مما نتصور وربما لا يكون نشوء الحياة بالسهولة التي توحي بها التجارب المخبرية. وقد يكون تطور أشكال الحياة المتقدمة بعيد الاحتمال، أو ربما يكون تطور أشكال الحياة المعقدة أسهل، ولكن المجتمعات العاقلة والتقنية تحتاج إلى مجموعة غير محتملة من المصادفات، شأنها شأن تطور الجنس البشري الذي اعتمد على موت الديناصورات، وتقهقر الغابات في العصر الجليدي، التي كان أجدادنا يزعقون مشدوهين على أشجارها. أو ربما تنشأ الحضارات على نحو متكرر، ومتعذر على عدد لا يحصى من الكواكب في مجرة درب اللبانة، ولكنها غير مستقرة عموما وبالتالي لا تستطيع جميعا باستثناء عدد قليل جدا منها، البقاء بعد وصولها إلى المرحلة التكنولوجية فتهلك مستسلمة للجشع والجهل والتلوث والحرب النووية.

ومن الممكن أن نستكشف هذه القضية الكبرى ونقدر تقريبا الرقم N الذي يمثل عدد الحضارات التقنية المتقدمة في مجرتنا. ونحن نعرف الحضارة المتقدمة بأنها القادرة في الفلك الراديوي، وهذا بالطبع تعريف ضيق، ولكنه أساسي. ويمكن أن يوجد عدد غير محدود من العوالم التي تحتوي على لغويين وشعراء مجيدين بين سكانها، ولكنها لم تعر اهتماما إلى الفلكيين الراديويين. وهكذا فلن يصلنا شيء عن هؤلاء. ويمكن أن نكتب الحرف (N) بوصفه نتيجة أو حاصل ضرب عدد من العوامل، يكون كل منها نوعا من المصفاة، وكل واحد منها يجب أن يكون كبيرا نظرا لوجود عدد كبير من الحضارات:

* N هو عدد النجوم في مجرة درب اللبانة؛ fp هو نسبة النجوم التي لديها منظومات كوكبية؛ ne هو عدد الكواكب في المنظومة الكوكبية، والتي توجد فيها شروط أيكولوجية ملائمة للحياة؛ f1 هو نسبة الكواكب الملائمة للحياة والتي نشأت فيها الحياة فعلا؛ fi هو نسبة الكواكب المسكونة التي تطور فيها شكل عاقل من أشكال الحياة؛ fc هو نسبة الكواكب المسكونة من قبل كائنات عاقلة، وطورت فيها حضارة تقنية قادرة على الاتصالات؛ fl هو نسبة الزمن الذي استمرت فيه الحضارة التقنية في الكوكب إلى مجموع عمر هذا الأخير.

وإذا كتبنا المعادلة كلها تصبح كما يلي :

$$N \simeq N^{*} \times fp \times ne \times f1 \times fi \times fc \times fL$$

وأن جميع أحرف F هي أجزاء تتراوح بين الصفر والواحد، وهي بالطبع أقل من القيمة الكبيرة للعدد N*

ولكي نحصل على قيمة N يجب أن نقدر كلا من هذه الكميات. ونحن نعرف قدرا لا بأس به من العوامل الأولى في المعادلة، أي عدد النجوم والمنظومات الكوكبية. ولكننا لا نعرف سوى القليل عن العوامل الأخيرة، المتعلقة بتطور العقل أو عمر المجتمعات التقنية. وفي هذه الحالات ستكون تقديراتنا أفضل قليلا من التخمينات. وأنا أدعوك، إذا كنت لا توافق على تقديراتي المبينة لاحقا، إلى أن تقوم بخياراتك الشخصية والتحقق مما يترتب من اقتراحاتك البديلة، على تحديد عدد الحضارات المتقدمة في المجرة. وأن إحدى الميزات الكبرى لهذه المعادلة، والتي يعود الفضل فيها إلى فرانك دريك في جامعة كورنل، هي أنها تضم موضوعات تتراوح بين الفلك النجمي والكوكبي، والكيمياء العضوية، والبيولوجيا التطويرية، والتاريخ والسياسة وعلم النفس الشاذين. وعموما، فإن الكثير من الكون يقع ضمن معادلة دريك.

نحن نعرف جيدا N* وهو عدد النجوم في مجرة درب اللبانة، وذلك من خلال قيامنا بعدٍّ دقيق للنجوم في مناطق صغيرة، ولكنها تقدم فكرة نموذجية عن السماء. ويبلغ هذا العدد مئات المليارات وتشير بعض التقديرات الحديثة إلى أنه يساوي ٤×١٠^{١١}. عدد قليل جدا من هذه النجوم من النوع الكبير جدا القصير العمر الذي يبذر وقوده النووي الحراري. والأغلبية الساحقة من هذه النجوم هي ذات عمر يقدر بمليارات السنين أو أكثر، تواصل خلالها الإشعاع المضيء على نحو مستقر، وتقدم مصدر الطاقة الملائمة لنشوء الحياة وتطورها على الكواكب القريبة.

وثمة دليل على أن الكواكب تتشكل غالبا لدى تشكل النجوم، يمكن العثور عليه في المنظومات الكوكبية التابعة لشمسنا كالمشتري، وزحل، وأورانوس، التي

تشبه أنظمة شمسية مصغرة، وكذلك في نظريات نشوء الكواكب، وفي الدراسات عن النجوم المزدوجة، وفي أعمال رصد تشكل الأقراص حول النجوم، وفي بعض الأبحاث الأولية عن الاضطرابات الجاذبية في النجوم القريبة. وهكذا، فإن الكثير من النجوم، بل أغلبها يمكن أن تكون له كواكب. ونحن نأخذ الكسر العشري للنجوم التي لديها كواكب fp مساويا لـ ٣/١ تقريبا. وبالتالي، فإن العدد الإجمالي للمنظومات الكوكبية في مجرتنا يكون $(N^* x \, {}^1/_3) \simeq ١,٣ \times ١٠^{١١}$.

(الإشارة ≃ تعني مساواة تقريبية). وإذا كان لكل نظام شمسي عشرة كواكب، على غرار ماهو موجود في نظامنا، فإن العدد الإجمالي لكواكب مجرتنا سيكون أكثر من تريليون ويشكل مسرحا واسعا للدراما الكونية.

يوجد في نظامنا الشمسي عدة أماكن يمكن أن تصلح لحياة من نوع ما، منها الأرض بالتأكيد، وربما المريخ، وتيتان، والمشتري. وما أن تنشأ الحياة حتى تصبح قابلة جدا للتكيف والتماسك. ولابد أن يكون هناك الكثير من البيئات المختلفة الملائمة للحياة في أي منظومة كوكبية. ولكننا نفضل أن نكون متحفظين ونأخذ الرقم ne مساويا للرقم ٢. وبالتالي يكون عدد الكواكب الملائمة للحياة في مجرتنا مساويا لـ $N^* fp\, ne \simeq ٣ \times ١٠^{١١}$.

تبين التجارب أن الأساس الجزيئي للحياة هو سهل الصنع في الظروف الكونية العامة، وهو يتمثل في بناء مجموعات الجزيئات القادرة على نسخ ذاتها. ونحن نقف الآن على أرضية أقل وثوقية، حيث يمكن أن توجد على سبيل المثال عوائق أمام تطور الشيفرة الجينية، وإن كنت أظن أن ذلك غير محتمل على امتداد مليارات السنين من الكيمياء البدائية. وقد اخترنا $f1 = {}^١/_٣$ ليكون العدد الإجمالي للكواكب في درب اللبانة التي نشأت فيها الحياة مرة واحدة على الأقل:

$N^* fp\, ne\, fl \simeq ١ \times ١٠^{١١}$ ، أي مئة مليار عالم مسكون. وهذا هو بحد ذاته استنتاج مهم. ولكننا لم ننته حتى الآن.

يكون اختيار f1 و fc أصعب. فمن جانب لابد أن يكون قد حدث الكثير من

الخطوات المنفـردة غير المحتملة في التطـور البيولوجي والتـاريخ البشري حتى يمكن تطور عقلنا وتكنولوجيتنا الراهنة .

ومن جانب آخـر يجب أن يوجد الكثير من المسـارات المختلفة تماما للـوصول إلى حضارة متقدمة ذات إمكانات معينة . وعلينا أن نأخذ في الاعتبار الصعوبة الواضحة في تطور عضويات كبيرة ممثلة بانفجار كامبريان أن نختار $fc \times fi = 1/100$ ، أي أن واحدا بـالمئة فقط من الكواكب التي تنشأ فيهـا الحياة ، يطور حضـارة تقنية . ويمثل هذا التقدير رقما وسطيا بين الآراء العلمية المختلفة . فالبعض يرى أن الفترة بين ظهور ثلاثيات الفصوص[٢] وتدجين النار مرت كالسهم في كل المنظومات الكوكبية ، بينما يرى آخـرون أن تطور الحضارة التقنية غير محتمل حتى في عشرة أو خمسـة عشر مليار سنة . وليس هـذا بالأمـر الذي يمكننا أن نجـري عليه الكثير من التجـارب مادامت أبحاثنا مقتصرة على كوكب واحد .

وإذا ضربنا هذه العوامل كلها نجد أن :

$$fp \times ne \times fi \times fi\ N^* \simeq 1 \times 10^9\ (١ \times ١٠^٩)$$

أي أن هناك مليـار كوكب نشـأت فيها حضـارات تقنية مرة واحـدة على الأقل . ولكـن هــذا مختلـف جـداً عن القـول إنــه يوجـد مليــار كوكـب فيهـا حضارات تقنية الآن .

ولذا يجب أن نقدر fl أيضا .

فماهي النسبة المئـوية من عمـر الكوكب التي وجـدت خلالها الحضـارة التقنية؟ فالأرض ، على سبيل المثـال ، امتلكت حضارة تقنية تميزت بالفلـك الراديوي لفترة لا تزيد حتى الآن على عدد قليل من العقود من مجمل عمـرها البالغ بضعة مليارات من السنين . ولذا ، فإن العـامل fl لكوكبنـا يساوي أقل من $1/10^8$ أي جزء من مليون بالمئـة ويصعب استبعاد احتمال أن نـدمر أنفسنا غـدا . وإذا افترضنا أن هـذه الحالة

---

(٢) وهي طائفة من المفصليات المنقرضة (المترجم) .

نمـوذجية، وأن التـدمير كـان كليا بـدرجة لا يحتمل معهـا أن تظهـر حضارة تقنيـة أخرى، بشريـة أو لأي نوع آخر، خلال مـابقي من عمر الشمس البالغ نحـو خمسة مليارات سنة عند ذاك فإن $N^* \times f_p \times f_i \times f_i \times f_c \times f_l \cong$ ١٠.

وبالتالي، ففي أي وقت معطى لن يكون هناك سوى عدد قليل يستحق الرثاء لا يزيـد على عدد أصابع اليـدين، من الحضارات التقنيـة في المجرة وهو العـدد الثابت البـاقي من المجتمعـات التي تنبثق لتحل مكـان تلك التي دمـرت نفسهـا. ويمكن حتى أن يكون الـرقم N صغيراً كواحد فقط. وإذا كانـت الحضارات تنزع إلى تدمير نفسها فور وصـولها إلى المرحلة التكنولوجيـة، فربما ليس هناك عندنـا من نتكلم معه سوى أنفسنـا. وهذا هـو ما نفعله الآن ولكن على نحـو هزيل. حضـارات تستغرق مليارات السنين في تطور مؤلم لتنهض ثم تهلك نفسها في لحظة إهمال لا يغتفر.

ولكن لنأخذ في الاعتبـار الوضع البديل، الذي تتعلم فيـه بعض الحضارات على الأقل أن تتعايـش مع التكنولوجيـا المتقدمـة، وتجد فيه التنـاقضات، التي طـرحتها تقلبات التطور السابق للدماغ، حلا واعيا دون أن تؤدي إلى التدمير الذاتي، أو حتى إذا حدثـــت فعـلا اضطرابـات رئيسيـة، فإنها تبطل في سيـاق مليـارات السنين من التطور البيولوجي.

مثل هـذه المجتمعات يمكن أن تعيش حتى تصل إلى عمـر كبير مزدهـر، وربما تقاس أعمارها بمقاييس زمن التطور الجيولوجي أو النجمي. وإذا استطاع عدد يبلغ واحد بالمئـة من الحضارات أن يصمد للمراهقة التكنولـوجية ويختار الاتجاه الصحيح في نقطة التفرع التاريخية الحرجـة ويبلغ مرحلة النضوج فإن العامل f_l سوف يسـاوي تقريبـا ١ / ١٠٠، وبالتـالي يصبح الرقم N مساويا تقـريبا لـ ١٠^٧، أي أن عـدد الحضارات الموجودة فعـلا في مجرتنا يكون بالملايين. وهكـذا، ففي كل الاهتمام الذي أظهرنـاه بعدم الـوثوقيـة الممكنة لتقديـراتنا للعـوامل المبكرة في معادلـة دريك، التي تشمل الفلك، والكيمياء العضويـة، وبيولوجيا التطور، نجـد أن اللايقين الأساسي يتجه إلى الاقتصـاد والسياسـة، ومانـدعوه على الأرض، الطبيعـة البشرية. ويبـدو

واضحا تماما أنـه إذا لم يكن التدمير الذاتي هو المصير الغالب للحضـارات المجراتية، فإن السماء تزخر متهادية بالرسائل المرسلة من النجوم.

تتسم هذه التقـديرات بالإثـارة. وهي تشير إلى أن تسلم رسالة من الفضـاء هو، حتى قبل أن نحل رموزها، مؤشر عميق الـدلالة. فهي تعني أن أحدا ما تعلم كيف يتعايش مع التكنـولوجيا العاليـة، وأنه من الممكن تجاوز المراهقة التكنولـوجية. وأن هـذا وحده يقـدم، بغض النظـر عن محتـويات الـرسـالة مبرراً قـويـاً للتفتيش عن حضارات أخرى.

وإذا وجدت ملايين الحضارات الموزعة بشكل عرضي عبر مجرتنا، فإن المسافة إلى أقرب واحدة منها هي مئتـا سنة ضوئية تقريبا. وهكـذا، فحتى بسرعة الضوء سوف تحتاج الرسـالة اللاسلكية إلى قـرنين لتصل إلينا. أما إذا بدأنـا نحن الحوار، فسيكون الأمر كما لو أن جـوهانز كبلر هو الـذي يسأل السؤال وتسلمنا نحن الجواب. لاسيما وأننـا تعـرفنـا مـؤخـرا فقط إلى الفلك الـراديـوي ونعتبر متخلفين نسبيـا، بينما تعتبر الحضارة المرسلـة متقدمة، فمن الأفضل لنـا أن نصغي بدلا من أن نـرسل والأوضاع فيما يخص حضارة أكثر تقدما معكوسة طبعا.

نحن الآن في المراحل المبكرة من بحثنا الراديـوي عن حضارات أخرى في الفضاء ففي صـورة فوتـوغـرافيـة بصرية لحقل نجـوم كثيف، يـوجـد مئات آلاف النجـوم. وحسب أكثر تقديراتنا تفاؤلا، فإن واحدا منها هو موطن حضارة متقدمة. ولكن أي واحد منها؟ وإلى أين يجب أن نوجه تلسكوباتنـا الراديوية؟ فمن ملايين النجوم التي يمكن أن تحدد فيها مواقع الحضارات المتقدمة، لم نفحص حتى الآن بوساطة الراديو سـوى آلاف. ولم نقم حتى الآن بغير واحـد من عشرة مـن واحـد بـالمئـة من الجهـد المطلـوب. ولكن تفتيشـا جديـاً وصـارمـا ومنتظما سـوف يجري قريبـا. والخطـوات التحضيرية هي قيـد التنفيذ الآن في كل من الولايات المتحـدة، والاتحاد السوفييتي. وهي ليست مرتفعـة التكاليف نسبيا، وللمقارنـة فإن تكلفة مركب بحـري واحد من الحجم المتوسط، أو مدمرة حديثة مثلا يكفي لتغطية نفقات عشر سنين للبحث عن الكائنات العاقلة غير الأرضية.

لم تكن اللقاءات الإيجابية هي القاعدة في التاريخ البشري، حيث كانت الاتصالات بين الثقافات مباشرة ومادية، وهذا يختلف تماما عن استقبال إشارة لاسلكية تجعل الاتصال خفيفا كالقبلة. ومع ذلك، فمن المفضل أن ندقق حالة أو اثنتين من ماضينا، ولو لمجرد فحص توقعاتنا: ففي الفترة بين الثورتين الأمريكية والفرنسية، جهز لويس السادس عشر ملك فرنسا بعثة إلى المحيط الهادي، للقيام بمهام علمية وجغرافية، واقتصادية ووطنية. كان قائد هذه البعثة الكونت لابيروس، وهو مستكشف مشهور كان قد حارب إلى جانب الولايات المتحدة الأمريكية في حرب الاستقلال. وفي تموز (يوليه) من عام ١٧٨٦ وصل لابيروس بعد نحو سنة من إبحاره، إلى شاطىء ألاسكا، في مكان يعرف الآن بـ «خليج ليتويا» وسر بالمرفأ، وكتب: لم يكن ممكنا لأي مرفأ آخر في العالم أن يقدم تسهيلات أكثر. وفي هذا المكان المثالي، لاحظ لابيروس:

«وجود بعض المتوحشين، الذين أبدوا مظاهر الصداقة بعرض أغطية بيضاء وجلود مختلفة والتلويح بها. وكان عدد من زوارق هؤلاء الهنود يمارس الصيد في الخليج... و(كنا) محاطين دائما بزوارق هؤلاء المتوحشين، الذين قدموا لنا السمك والجلود وثعالب الماء وحيوانات أخرى، ومختلف الحاجات الصغيرة من ملابسهم مقابل الحديد الذي كان معنا. وقد أدهشنا ما بدا من اعتيادهم على تجارة المقايضة، والمساومة، معنا بقدر من المهارة لا يقل عن أي تاجر في أوروبا».

وأجرى المواطنون الأمريكيون الأصليون مساومات متزايدة الصعوبة. وانزعج لابيروس لأنهم لجأوا إلى السرقة، خاصة الأشياء المصنوعة من الحديد، بل سرقوا مرة ملابس ضباط البحرية الفرنسيين المخبأة تحت وسائدهم عندما كانوا نائمين في احدى الليالي ومحاطين بحراسة مسلحة، وهو عمل لم يقم به حتى هاري هوديني. والتزم لابيروس بالأوامر الملكية له بالسلوك سلميا لكنه شكا من أن هؤلاء المواطنين المحليين «اعتقدوا أن صبرنا لا ينفد». وكان يشعر بازدراء بجتمعهم، ولكن لم تسبب أي من الحضارتين أضرارا جدية للأخرى. وأبحر لابيروس خارج خليج ليتويات،

ولكنـه لم يصل أبدا. فقـد فقـدت البعثـة في جنوب المحيط الهادي في عـام ١٧٨٨، ومات لابيروس وكل من كان معه باستثناء شخص واحد(٣).

ويعـد قرن من ذلـك التاريخ، روى كـوي Cowee، وهـو أحد رؤسـاء قبيلـة تلينغيـت Tlingit وقريب عالم الأنثـروبولوجي الكندي ج. ت. أيمـونز قصة أول اجتماع لأجداده بـالرجل الأبيض، وهي روايـة تدوولت شفهيا. ولم يكن أفـراد قبيلة تلينغيت يملكون تسجيلات مكتوبة، ولم يكن كوي قد سمع قط بلابيروس. ونحن نورد هنا ماجاء في قصة كوي:

«في وقت متأخر من الربيع سافر قسم كبير من قبيلة تلينغيت إلى شمال ياكوتات ليتـاجروا بـالنحاس. وكـان الحديد آنـذاك أثمن من النحاس، ولكن لم يكن ممكنـا الحصول عليه. ولـدى دخولهم إلى خليج ليتويا ابتلعت الأمـواج أربعة من زوارقهم. وعندمـا أقام النـاجون معسكـرا وقامـوا بمراسم الحزن على رفاقهم المفقـودين، دخل شيئـان غريبـان إلى الخليج. لم يعـرف أحـد هذين الشيئين. فقـد بـدوَا مثل طيرين أسودين كبيرين بأجنحة بيضاء كبيرة جـدا. وكان التلينغيت يعتقدون أن العالم خلق من قبل طير كبير كان دائما يأخذ شكل الغراب الأسحم، وهو الذي حرر الشمس، والقمر والنجـوم من صناديق كانت محبـوسة فيها. والنظـر إلى الغراب الأسحم يحول المرء إلى حجر. وهرب التلينغيت الذين استولى عليهم الذعر إلى الغابة واختبأوا فيها. ولكنهم إذ وجـدوا بعـد فترة أن أي ضرر لم يقع بهم، زحـف أفـراد شجعـان منهم إلى خارج الغابة ولفوا أوراق الملفوف في شكل تلسكوبات بدائية معتقدين أن ذلك يمنع تحولهم إلى أحجار. وبـدا، عبر الملفوف التلسكـوبي أن الطيور الكبيرة كـانت تطوي أجنحتهـا، وأن أســرابا من السـعاة السود الصغـار خرجت من أجسـامها وزحفت على ريشها.

(٣) عندمـا كان لابيروس يجنـد عناصر في فرنســا لهذه البعثة، تقـدم إليه الكثير من الشبـان الأذكياء والمتشوقين ولكنـه رفضهم. كان أحد هـؤلاء ضابط مدفعيـة كورسيكيا اسمه نـابليون بونـابرت. وكانت تلك نقطة تحول مهمة في تاريخ العالم. فلو قبل لابيروس بونابرت، لما اكتشف ربما حجر رشيد ولما كان شامبليون قد حل رموز الأحرف الهيروغليفية، وربما كان الكثير من المجالات المهمة في تاريخنا الحديث قد تغير إلى حد كبير.

وقام محارب قديم يكاد يكون أعمى بجمع الناس وأعلن أنه بلغ من العمر عتياً، ومن أجل الصالح العام فهو سيتأكد ما إذا كان الغراب الأسحم سيحول أولاده إلى حجر. وارتدى لباسه البحري المؤلف من فرو ثعلب الماء، وامتطى زورقه وجدف متجها إلى البحر نحو الغراب الأسحم، صعد هذا الرجل إلى «الغراب الأسحم» وسمع أصواتا غريبة. ونظرا لكونه شبه أعمى، فلم يستطع أن يميز تلك الأشكال السوداء التي كانت تمر أمامه، وربما ظن أن هؤلاء كانوا غربانا وعندما عاد بأمان إلى جماعته تجمهر هؤلاء حوله مندهشين لأنه لايزال حيا. وقد لمسوه وشموا رائحته ليتأكدوا من أنه هو فعلا. وبعد تفكير طويل أقنع الرجل العجوز نفسه أن مازاره في البحر لم يكن الغراب الإله، بل زورقا عملاقا من صنع البشر. ولم تكن الأشكال السوداء غربانا بل بشرا من نوع مختلف. وأقنع أفراد التلينغيت الذين ما لبثوا أن زاروا السفينتين وتبادلوا معهما الفرو مقابل الكثير من مواد غريبة، ولاسيما الحديد».

حفظ أفراد قبية تلينغيت في تراثهم الشفهي الرواية الكاملة والدقيقة لأول لقاء لهم سلمي تماما تقريبا بحضارة أجنبية[٤] وإذا قمنا نحن في يوم ما بالاتصال بحضارة متقدمة غير أرضية، فهل سيكون لقاؤنا بها سلميا، حتى وإن افتقر هذا اللقاء إلى شيء من الوئام، شأنه شأن لقاء الفرنسيين بالتلينغيتيين، أم أنه سينتهي على غرار أشنع عندما قام المجتمع الأكثر تقدما قليلا بتدمير المجتمع الأكثر تخلفا على الصعيد التكنولوجي؟

ففي بداية القرن السادس عشر ازدهرت حضارة رفيعة المستوى في أواسط المكسيك. وكان لدى الأزتيك Aztecs هندسة معمارية رائعة، وحفظ متقن

---

(٤) رواية كوي رئيس تلينغيت تبين أنه حتى في الحضارة الأمية يمكن أن تحفظ قصة معروفة عن لقائها بحضارة متقدمة لأجيال عدة. ولو أن الأرض كانت قد استقبلت قبل مئات آلاف السنين زوارا من حضارة متقدمة غير أرضية، وحتى لو كان الناس الذين استقبلوا هؤلاء الزوار أميين، فلابد أن نتوقع شيئا ما عن هذا اللقاء يمكن تمييزه كان سيحفظ حتما. ولكن لا يوجد أي حالة لأسطورة موثوقة يعود تاريخها إلى العصور المبكرة ماقبل التكنولوجيا يفهم منها حدوث اتصال ما بحضارة غير أرضية.

للتسجيلات، وفن رائع وروزنامة فلكية متفوقة على أي ما وجد منها آنذاك في أوروبا. وعندما رأى الفنان البريشت ديرز الرسوم التي جاء بها أول مراكب الكنوز المكسيكية، كتب عنها في شهر آب (أغسطس) من عام ١٥٢٠ يقول: «لم أر قط في حياتي حتى الآن شيئا أبهج قلبي أكثر من هذه التحف. وقد رأيت منها شمسا مصنوعة كليا من الذهب يبلغ قطرها ست أقدام (في الواقع روزنامة فلكية أزتيكية)، وقمرا بنفس الحجم مصنوعا من الفضة، وحجرتين، بالحجم ذاته أيضا، مملوءتين بمختلف أنواع الأسلحة والدروع، والبنادق العجيبة الأخرى، وكانت كلها أروع من الأعاجيب» ودهش المثقفون من الكتب الأزتيكية وقال أحدهم إن هذه الكتب «تشبه تقريبا كتب المصريين». ووصف هيرنان كورتس عاصمتهم تينوشتيتلان بأنها «إحدى أجمل مدن العالم ونشاطات الناس وسلوكهم هي على مستوى عال مماثل لمستوى إسبانيا ومنظم جيدا مثلها ومع الأخذ بعين الاعتبار أن هؤلاء الناس برابرة، ويفتقرون إلى معرفة الله وإلى الاتصال بدول متحضرة أخرى، فإنه لمن الأهمية أن نرى كل ما يوجد لديهم».

وبعد سنتين من كتابة هذا الكلام، قام كورتس بالتدمير الكامل لمدينة تينوشتيتلان، ولسائر الحضارة الأزتكية. وفيما يلي تسجيل الأزتيك لما حدث:

«صُدم موكتيزوما (امبراطور الأزتيك) بما سمعه، وشعر بالرعب. وكان قد شعر بالحيرة إزاء أنواع الطعام التي يتناولها هؤلاء، ولكن الأمر الذي جعله يفقد وعيه تقريبا هو ماقيل له عن كيفية رمي القذيفة من فوهة المدفع اللومباردي الكبير، بإيعاز من الاسبان، والتي قصفت كالرعد لدى إطلاقها وأدى الضجيج المرافق لها إلى إضعاف أحد الرجال، وإصابة آخر بالدوار. وبدا كما لو أن حجرا ما خرج معها في وابل من النار والشرر. كان الدخان كريها، وذا رائحة نتنة، مثيرة للغثيان أما القذيفة التي أصابت جانب جبل فقد دمرته وأذابته. وحولت شجرة إلى نشارة وجعلتها تختفي وعندما أخبر موكتيزوما بكل هذا أصيب بالذعر، وشعر بضعف، وخذله قلبه».

ولكنـه لم يصل أبدا. فقـد فقـدت البعثـة في جنوب المحيط الهادي في عـام ١٧٨٨، ومات لابيروس وكل من كان معه باستثناء شخص واحد(٣).

وبعـد قرن من ذلـك التاريخ، روى كـوي Cowee، وهـو أحد رؤسـاء قبيلـة تلينغيــت Tlingit وقريب عالم الأنثـروبولوجي الكندي ج. ت. أيمـونز قصة أول اجتماع لأجداده بـالرجل الأبيض، وهي روايـة تدوولت شفهيا. ولم يكن أفـراد قبيلة تلينغيت يملكون تسجيلات مكتوبة، ولم يكن كوي قد سمع قط بلابيروس. ونحن نورد هنا ماجاء في قصة كوي:

«في وقت متأخر من الربيع سافر قسم كبير من قبيلة تلينغيت إلى شمال ياكوتات ليتـاجروا بـالنحاس. وكـان الحديد آنـذاك أثمن من النحاس، ولكن لم يكن ممكنـا الحصول عليه. ولـدى دخولهم إلى خليج ليتويا ابتلعت الأمـواج أربعة من زوارقهم. وعندمـا أقام النـاجون معسكـرا وقامـوا بمراسم الحزن على رفاقهم المفقـودين، دخل شيئـان غريبـان إلى الخليج. لم يعـرف أحـد هذين الشيئين. فقـد بـدوَا مثل طيرين أسودين كبيرين بأجنحة بيضاء كبيرة جـدا. وكان التلينغيت يعتقدون أن العالم خلق من قبل طير كبير كان دائما يأخذ شكل الغراب الأسحم، وهو الذي حرر الشمس، والقمر والنجـوم من صناديق كانت محبـوسة فيها. والنظـر إلى الغراب الأسحم يحول المرء إلى حجر. وهرب التلينغيت الذين استولى عليهم الذعر إلى الغابة واختبأوا فيها. ولكنهم إذ وجـدوا بعـد فترة أن أي ضرر لم يقع بهم، زحف أفـراد شجعـان منهم إلى خارج الغابة ولفوا أوراق الملفوف في شكل تلسكوبات بدائية معتقدين أن ذلك يمنع تحولهم إلى أحجار. وبـدا، عبر الملفوف التلسكـوبي أن الطيور الكبيرة كـانت تطوي أجنحتهـا، وأن أســرابا من السـعاة السود الصغـار خرجت من أجسـامها وزحفت على ريشها.

(٣) عندمـا كان لابيروس يجنـد عناصر في فرنسـا لهذه البعثة، تقـدم إليه الكثير من الشبـان الأذكياء والمتشوقين ولكنـه رفضهم. كان أحد هـؤلاء ضابط مدفعيـة كورسيكيا اسمه نـابليون بونـابرت. وكانت تلك نقطة تحول مهمة في تاريخ العالم. فلو قبل لابيروس بونابرت، لما اكتشف ربما حجر رشيد ولما كان شامبليون قد حل رموز الأحرف الهيروغليفية، وربما كان الكثير من المجالات المهمة في تاريخنا الحديث قد تغير إلى حد كبير.

الأخرى خيّرة تماما، أشبه بنوايا لابيروس منها بنوايا كورتس. أو ربما تكون حضارتنا، بالرغم من كل الادعاءات عن الأجسام الغريبة المجهولة ورواد الفضاء القدماء لم تكتشف حتى الآن.

فمن ناحية أولى كنا قد أكدنا أنه لو تعلم حتى جزء صغير من الحضارات التقنية التعايش مع بعضها البعض ومع أسلحة التدمير الشامل فيجب أن يوجد الآن عدد كبير جدا من الحضارات المتقدمة في مجرتنا. نحن نملك الآن وسائل بطيئة للسفر بين النجوم، ونعتقد بأن الطيران بين النجوم هو هدف ممكن للجنس البشري. ومن ناحية ثانية نؤكد أنه لا يوجد دليل موثوق به على أن الأرض استقبلت زوارا، سواء في الوقت الراهن، أو قبل ذلك. أليس في ذلك تناقض؟ وإذا كانت أقرب حضارة إلينا، تبعد، على سبيل المثال، مئتي سنة ضوئية، فإن سكانها يحتاجون إلى مئتي سنة كي يصلوا إلى هنا، إذا سافروا بسرعة قريبة من سرعة الضوء. وكان يمكن لكائنات من الحضارات القريبة أن تأتي إلينا خلال فترة وجودنا، نحن البشر، على الأرض، حتى لو استخدموا وسائل تسير بسرعة تساوي واحدا بالمئة أو واحدا بالألف من سرعة الضوء. فلماذا لم يأت هؤلاء إلينا؟ هناك عدة أجوبة ممكنة. وبالرغم من أنها تناقض تراث أريسطاتشوس وكوبرنيكوس، فربما نكون نحن الأوائل. لابد أن تكون حضارة تقنية ما أول من ظهر في تاريخ مجرتنا. وربما نكون مخطئين في اعتقادنا أن بعض الحضارات الطارئة على الأقل تتجنب التدمير الذاتي. وربما تكون هناك مشكلة ما ليست في الحسبان تعيق الطيران الفضائي بين النجوم، وإن يكن من الصعب أن ندرك ماذا يمكن أن يكون هذا العائق إذا كان الطيران يتم بسرعات أقل من سرعة الضوء. أو ربما يكون سكان الكواكب الأخرى هنا لكنهم مختبئون لأسباب تتعلق بشؤون المجرة أو بسبب قانون أخلاقي يقتضي عدم التدخل ضد الحضارات الوليدة. ويمكن أن نتصورهم يراقبوننا بفضول وهدوء، كما نراقب نحن بكتيريات مزروعة في صحن من مادة هلامية طحلبية ليقرروا ما إذا كنا سنفلح في هذه السنة أيضا في تجنب التدمير الذاتي.

ولكن يوجد تفسير آخر ينسجم مع كل شيء نعرفه. فلو أن حضارة متقدمة قادرة على السفر بين النجوم نشأت قبل عدد كبير جدا من السنين في مكان يبعد عنا مئتي سنة ضوئية، فلن يكون لديها سبب للتفكير بوجود شيء ما متميز في هذه الأرض ما لم تكن جاءت هنا فعلا. فلم يتوافر الوقت الكافي لأي ملمح من التكنولوجيا البشرية، ولا حتى للبث الراديوي، وإن سافر بسرعة الضوء، لكي يقطع مسافة مئتي سنة ضوئية. ومن وجهة نظر أصحاب تلك الحضارة، فإن كل الأنظمة النجمية القريبة منهم، على قدر متساو من الجاذبية بدرجة أكبر أو أقل لأن تستكشف أو تستعمر[٥].

تبدأ الحضارة التقنية الوليدة ببطء وتردد، بعد استكشاف المنظومات الكوكبية في نظامها النجمي وتطوير الطيران مابين النجوم باستكشاف النجوم القريبة. ويحتمل ألا تملك بعض النجوم كواكب مناسبة وقد تكون هذه الكواكب عوالم غازية عملاقة، أو كويكبات صغيرة. ويمكن أن تكون لنجوم أخرى حاشية من كواكب ملائمة، إلا أن بعضها مأهول من قبل، أو أن الجو في بعضها الآخر سام أو المناخ غير مريح. وفي الكثير من الحالات فإن المستعمرين، قد يضطرون إلى تغيير، أو كما نقول بلغتنا المهنية تشكيل يابسة عالم ما، لكي يصبح صالحا بما فيه الكفاية. وأن إعادة هندسة كوكب تحتاج إلى وقت. وفي بعض الأحيان يمكن اكتشاف عالم ملائم واستعماره*. وأن استخدام الموارد الكوكبية لتصنع منها محليا مركبة فضاء عابرة للنجوم، سيكون عملية بطيئة. وفي آخر الأمر يمكن أن تقلع بعثة الجيل الثاني لاستكشاف واستعمار نجوم أخرى لم تطأها قدم أحد من قبل. وبهذه الطريقة،

(٥) قد يوجد الكثير من الحوافز للذهاب إلى النجوم. وإذا كانت شمسنا، أو أي نجم مجاور على وشك الوصول إلى مرحلة الانفجار (السوبرنوفا)، فإن برنامجا واسعا للسفر بين النجوم يمكن أن يصبح جذابا. وإذا كنا متقدمين جدا فإن اكتشاف أن قلب المجرة على وشك الانفجار يمكن حتى أن يخلق اهتماما جديا بالسفر إلى المجرات الأخرى أو ضمن المجرة ذاتها. وبما أن هذا العنف الكوني يحدث غالبا، فإن الحضارات الرحالة المتنقلة ليست أمرا غير مألوف ربما. وحتى في هذه الحالة، فإن وصولهم إلى هنا يبقى غير محتمل.

* يفهم من هذه الكلمة ربما معناها العام، أي إعمار الكوكب ـ المترجم.

يمكن لحضارة ما أن تتابع طريقها مثل عريشة عنب ممتدة بين عوالم كثيرة.

ومن الممكن في وقت ما لاحق اكتشاف حضارة متوسعة مستقلة أخرى عند تطوير أنواع ثالثة متقدمة من المستعمرات في عوالم جديدة. ومن المحتمل جدا أن يتم آنذاك فعلا الاتصال المتبادل عن طريق الراديو أو وسائل أخرى بعيدة المدى. ويمكن أن يكون القادمون الجدد من نوع آخر من المجتمعات المستعمرة (بكسر الميم الثانية) ويمكن تصور أن تتجاهل حضارتان متوسعتان لهما متطلبات كوكبية مختلفة إحداهما عن الأخرى، وأن تتشابك أنماط توسعهما الدقيقة من دون أن تتصارع وربما تتعاونان في استكشاف منطقة ما من مجرتنا وحتى الحضارات القريبة يمكن أن تقضي ملايين السنين في هذه الرحلات الاستعمارية المنفصلة أو المشتركة، دون أن تعثر مصادفة على نظامنا الشمسي المغمور.

لا يمكن لأي حضارة أن تبقى على قيد الحياة حتى تبلغ مرحلة السفر الفضائي بين النجوم. من دون أن تحدد عدد سكانها. وأن أي مجتمع يعاني انفجارا سكانيا ملحوظا سوف يضطر إلى تكريس طاقاته ومهاراته التكنولوجية كلها لإطعام سكانه والاعتناء بهم في كوكبهم. وهذا الكلام هو استنتاج مهم جدا، لا يستند بحال من الأحوال إلى خصوصيات حضارة معينة. فالتزايد السكاني البالغ السرعة في أي كوكب بغض النظر عن نظامه البيولوجي أو الاجتماعي، سيؤدي إلى ابتلاع موارده كلها. وفي المقابل فإن أي حضارة تعمل في استكشاف واستعمار كواكب تابعة لنجوم أخرى يجب أن تكون قد مارست معدل نمو سكاني يبلغ الصفر أو مايقرب منه تماما خلال عدة أجيال. ولكن حضارة ذات معدل تزايد سكاني منخفض سوف تحتاج إلى زمن كبير لاستعمار عدة عوالم، حتى وإن خففت القيود على التزايد السكاني السريع بعد الوصول إلى نوع من جنة عدن.

أجريت، أنا وزميلي وليام نيومان حسابات عن احتمال قيام حضارة قادرة على السفر الفضائي وذات معدل نمو سكاني منخفض برحلات فضائية قبل مليون سنة إلى مسافة ٢٠٠ سنة ضوئية في المناطق المجاورة لها، واستعمرت عوالم ملائمة في هذه

المناطق، فإن مراكبها النجمية الاستطلاعية ينبغي أن تدخل نظامنا الشمسي في زمننا الحالي تقريبا. ولكن مليون سنة هي فترة زمنية طويلة جدا. وإذا كان عمر أقرب حضارة إلينا أقل من ذلك، فإنها لن تصل إلينا بعد، فالكرة التي يبلغ نصف قطرها مئتي سنة ضوئية تضم ٢٠٠ ألف شمس، وربما عددا مماثلا من الكواكب الملائمة للاستعمار. ولن يحدث إلا بعد استعمار ٢٠٠ ألف عالم آخر، وإذا سارت الأمور على نحو عادي، أن يكتشف بالمصادفة أن نظامنا الشمسي يضم حضارة خاصة به(٦).

ماذا يعني أن يكون عمر حضارة ما مليون سنة؟ فنحن امتلكنا التلسكوبات الراديوية والمراكب الفضائية منذ عقود قليلة، وأصبح الآن عمر حضارتنا التقنية بضع مئات السنين، وتعود أفكارنا العلمية ذات الطابع الحديث إلى بضعة آلاف السنين، وحضارتنا عموما بدأت منذ بضع عشرات آلاف السنين، وتطورت الكائنات البشرية على كوكبنا قبل بضعة ملايين فحسب من السنين. وفي ضوء المعدل الحالي لتقدمنا التقني، فإن حضارة متقدمة عمرها ملايين السنين تبعد عنا مثلما نبعد نحن عن طفل الأدغال أو القرد الآسيوي. فهل يمكننا أن نلحظ حتى وجودها؟ وهل يهتم مجتمع يسبقنا حضاريا بمليون سنة باستعمار كواكب أخرى أو بالطيران الفضائي بين النجوم؟. إن للناس عمرا محدودا وهناك سبب لذلك ويمكن للتقدم الكبير في العلوم البيولوجية والطبية أن يكشف هذا السبب ويؤدي بالتالي إلى اكتشاف الدواء المناسب. فهل يمكن أن نكون مهتمين بالطيران الفضائي لأنه الطريقة التي تجعلنا نعيش زمنا أطول بكثير من أعمارنا الحالية؟ وهل يحتمل أن تعتبر حضارة مؤلفة أساسا من كائنات لا تموت الاستكشافات ما بين النجوم عملا صبيانيا تماما. وربما لم يزرنا أحد حتى الآن لأن النجوم متناثرة بكثرة في المتسع الفضائي، لدرجة أن الحضارة القريبة منا بدلت حوافزها الاستكشافية قبل الوصول إلينا، أو تطورت إلى أشكال لا يمكننا ملاحظتها.

---

(٦) ربما وضعنا المؤلف في النهاية، لأننا موجودون على محيط الكرة، ولابد للحضارة المعنية أن تكشف كل العوالم في قلب الكرة قبل التوجه إلينا - المترجم.

يفترض الموضوع القياسي في أدب الخيال العلمي وأدب الأجسام الغريبة المجهولة أن لسكان الكواكب الأخرى قدرات مماثلة تقريبا لقدراتنا. وربما يوجد لديهم نوع مختلف من السفن الفضائية أو المدافع الشعاعية، ولكن في المعركة، وأدب الخيال العلمي يحب وصف المعارك بين الحضارات، نكون نحن وهم متعادلين تقريبا. وفي الحقيقة لا يوجد أي احتمال تقريبا لأن تتبادل حضارتان مجريتان، التأثير على المستوى ذاته، ففي أي مواجهة بينهما، ستسيطر إحداهما بشكل دائم وحاسم على الأخرى. فمليون سنة زمن كبير جدا. ولو جاءت حضارة متقدمة إلى نظامنا الشمسي، فسوف نقف عاجزين كليا أمامها، لأن علومها وتكنولوجيتها ستكون أكثر تطورا إلى حد كبير جدا مما هو موجود لدينا. ومن العبث القلق من النوايا الحاقدة للحضارة المتقدمة التي قد نتصل بها. وهناك احتمال أكبر في أن حقيقة كونهم استطاعوا البقاء على قيد الحياة خلال هذا الزمن الطويل كله، تعني أنهم تعلموا التعايش مع أنفسهم ومع الآخرين. وربما تكون مخاوفنا من الاتصال مع القادمين من خارج كوكبنا مجرد انعكاس لتخلفنا، وتعبيرا عن ضميرنا المذنب بماضيه السيىء، عندما كنا ننهب الحضارات الأكثر تخلفا منا، وإن قليلا، ونخربها. ونحن نتذكر كولومبوس، والأراواكيين، وكورتس والأزتيك، وحتى ماحل بقبيلة تلينغيت في الأجيال التي جاءت بعد لابيروس ونحن نتذكر ونقلق ولكن إذا ظهر أسطول نجمي عظيم في سمائنا، فأنا أتوقع أن نكون لطفاء جدا معه.

وهناك احتمال أكبر بكثير في حدوث نوع آخر مختلف تماما من الاتصال، وهي الحالة التي ناقشناها قبلا والتي نستقبل فيها، رسالة معقدة غنية، وربما بالراديو من حضارة أخرى في الفضاء، ولكننا لا نقيم، وإن مؤقتا على الأقل، اتصالا ماديا بها. وفي هذه الحالة لا توجد وسيلة تمكن الحضارة المرسلة أن تعرف أننا تسلمنا رسالتها. وإذا وجدنا أن محتويات الرسالة هجومية أو مخيفة فلسنا ملزمين بالرد. ولكن إذا احتوت الرسالة على معلومات قيّمة، فإن النتائج ستكون مذهلة بالنسبة إلى حضارتنا التي ستكسب معارف عن العلم، والتكنولوجيا، والفن، والموسيقى، والسياسة،

والأخلاق، والفلسفة، والـدين، لدى حضارة غريبة عنـا، وأكثر من أي شيء آخر نزع المحلية عن وضعنا البشري. وسنعرف ماهو الممكن الآخر المختلف عنا.

ولأننا سنشترك مع أي حضارة أخـرى في الأفكار المتعلقة بالعلم والـرياضيات، فأنا أعتقد أن فهم الرسالة النجمية سوف يكون أسهل جزء من المشكلة. ولكن إقناع الكونغـرس الأميركي ومجلس وزراء الاتحاد السوفييتي بتمـويل البحث عن الكـائنات العـاقلـة خـارج الأرض هـو الجزء الأصعب(٧). وفي الحقيقـــة يمكـن أن تقسم الحضارات إلى فئتين كبيرتين: الأولى هي التي لا يمكن للعلماء فيها اقناع غير العلماء بالسماح لهم بـالتفتيش عن الكائنـات العاقلـة خارج الكـوكب الذي يعيشـون فيه، والتي تكون الطـاقات فيها مـوجهة حصرا إلى الداخل، ولا يتم فيهـا تحدي المفاهيم التقليدية، ويتردد مجتمعهـا ويتراجع عن النجوم، أما الفئة الثـانية فهي التي تشارك على نطـاق واسع في الـرؤيا العظيمـة عن الاتصـال بـالحضارات الأخـرى، وتنفيـذ مشاريع بحث كبيرة عنها.

وهذا هو أحـد الجهود البشرية، القليلة التي يكون فيها الفشل نجـاحا وإذا قمنا بتفتيش صـارم عن إشارات الـراديو غير الأرضيـة تشمل ملايين النجـوم، ولم تسمع شيئا فإننا نستطيع أن نستنتج أن الحضارات المجراتية هي، في أفضل الحالات، نادرة جـدا، وإن ذلك هـو نـوع من التقويـم لمكانتنـا في الكـون. وسـوف يفصح ذلك، ببلاغة، عن مـدى ندرة الكائنات الحية الموجـودة على كوكبنا وبالتالي سـوف يؤكد، بشكل لم يسبق له مثيل في التاريخ، الأهمية الفردية لكل كائن بشري. وإذا نجحنا، فإن تاريخ جنسنا البشري وكوكبنا سوف يتغير إلى الأبد.

سيكـون من السهل على غير الأرضيين أن يبعثـوا إلينا بـرسـالـة نجمية واضحـة مصدرها غير طبيعي. أن تحتوي على سبيل المثال، الأرقام العشرة الصماء غير القابلة

(٧) أو أي أجهزة وطنية أخرى. ولنتذكر التصريح الذي قالـه المتحدث باسم وزارة الدفاع البريطانية حسبما جاء في صحيفة «الأوبـزرفر» اللندنية بتاريخ ٢٦ شبـاط (فبراير) من عام ١٩٧٨: «إن أي رسـالة تبث من الفضـاء الخارجي هي من مسـؤوليـة هيئة الاذاعـة البريطـانية، ومكتب البريـد البريطاني، فهما مسؤولان عن متابعة الإذاعات غير الشرعية».

للقسمة إلا على نفسها وعلى الرقم واحد، وهي: ١، ٢، ٣، ٥، ٧، ١١، ١٣، ١٧، ١٩، ٢٣. وليس من المستبعد تماما أن تتمكن أي عملية فيزيائية طبيعية من إرسال رسائل لاسلكية تحتوي على أرقام صماء فقط. وإذا تسلمنا مثل هذه الرسالة نستنتج أن حضارة ما، في مكان ما، مولعة على الأقل، بالأرقام الصماء. ولكن الحالة الأكثر احتمالا هي أن يكون الاتصال النجمي نوعا من الرق القابل للمسح وإعادة الكتابة عليه، والتي كان يستخدمها الكتبة القدماء الذين افتقروا إلى ورق البردي أو الحجر، وبالتالي كانوا يكتبون رسائلهم فوق الرسائل الموجودة سابقا. وربما توجد رسالة أخرى على تردد مجاور أو في توقيت سابق، ولا تلبث أن تثبت كونها، رسالة رئيسية أو مدخلا إلى لغة المحادثة الكونية. وسوف تكرر هذه الرسالة الرئيسية مرارا لأن الحضارة المرسلة لا تملك وسيلة لمعرفة زمن تسلمنا لها. وعندئذ، وفي مكان أعمق من الرق تحت إشارة التعريف والرسالة الرئيسية، سوف تكمن الرسالة الحقيقية وتسمح تكنولوجيا الراديو بأن تكون تلك الرسالة غنية إلى حد يفوق التصور وربما نجد أنفسنا، عندما نتسلمها في منتصف المجلد ٣٢٦٧ من الموسوعة المجراتية.

يمكن أن نكتشف أيضا طبيعة الحضارات الأخرى. ويحتمل أن يوجد الكثير منها، ويتألف كل منها من عضويات مختلفة إلى حد مذهل عن أي شيء على هذا الكوكب. وتكون لها فنون ووظائف اجتماعية مختلفة. وللناس فيها اهتمامات بأشياء لم نفكر فيها قط. وإذ نقارن معرفتنا بمعارفهم فسوف نزداد حكمة إلى حد يفوق التصور وعندما ندخل المعلومات الجديدة التي اكتسبناها منهم في ذاكرة الكمبيوتر، سنصبح قادرين على أن نعرف أين يعيش كل نوع من الحضارة في المجرة كلها. ولنتصور وجود جهاز كمبيوتر مجراتي كبير الحجم خازن معلومات من أحدث نوع تقريبا عن طبيعة ونشاطات الحضارات كلها في مجرة درب اللبانة، فيما يشبه مكتبة كبرى عن الحياة في الكون. وربما توجد بين محتويات الموسوعة المجراتية مجموعة من الملخصات عن هذه الحضارات. معلومات ملغزة وعصية ومثيرة حتى بعد نجاحنا في ترجمتها.

وأخيرا بعد أن نكون قد استهلكنا من الوقت بقدر مانرغب، فإننا سنقرر أن نرد ويمكتنا أن نرسل بعض المعلومات، عن أنفسنا، مقتصرين في البدء على ماهو أساسي منها، على أن يشكل ذلك مجرد بداية لحوار نجمي طويل نبدأه نحن، ثم يتابع بسبب المسافات الكبيرة جدا الفاصلة بين النجوم وسرعة الضوء المحدودة، من قبل أجيال عدة بعدنا. وفي يوم ما، وعلى كوكب تابع لنجم ما بعيدا جدا، سوف يطلب كائن ما يختلف جدا عن أي منا، نسخة عن آخر طبعة من الموسوعة المجراتية، ويطلب بعض المعلومات عن آخر مجتمع انضم إلى مجتمع الحضارات المجراتية.



الفصل العاشر

من يتكلم باسم الأرض؟

لم يكتشف الكون إلا البارحة. فقد كان واضحا للجميع في المليون سنة الماضية أنه لا توجد أماكن أخرى خارج الأرض. ثم حدث في الجزء الأخير الواحد من الألف من عمر نوعنا البشري، في اللحظة بين أريسطارتشوس وبيننا أن لاحظنا، مكرهين، أننا لسنا مركز الكون وهدفه، بل عشنا بالأحرى في عالم ضئيل وهش، تائه في المدى الهائل والأبدية، منساق في محيط كوني عظيم، مرقط هنا وهناك بمئة مليار مجرة ومليار تريليون نجم. وقد اختبرنا المياه بشجاعة ووجدنا المحيط ينسجم مع رغباتنا ويتوافق مع طبيعتنا. شيء ما بداخلنا يعرف أن «الكون» وطنه. فنحن صنعنا من الرماد النجمي. وقد ارتبط أصلنا وتطورنا بالأحداث الكونية البعيدة. وأن اكتشاف الكون هو رحلة لاكتشاف الذات.

وحسبما عرف صانعو الأساطير القدماء، فنحن أبناء السماء والأرض على حد سواء. وفي أثناء إقامتنا على هذا الكوكب جمعنا أحمالا تطورية خطرة ونزعات موروثة للعدوان وطقوس الخضوع للقادة والعداء للغرباء، الأمر الذي يضع بقاءنا على قيد الحياة في موضع تساؤل. ولكننا اكتسبنا أيضا الحنان نحو الآخرين، والحب لابنائنا، وأبناء ابنائنا، والرغبة في التعلم من التاريخ، والذكاء المتقد العظيم الذي يمدنا بوسائل قاطعة لنواصل البقاء والازدهار، وغير مؤكد أي جوانب من طبيعتنا ستسود خصوصا عندما ترتبط رؤيتنا وفهمنا وآفاقنا المستقبلية حصراً بالأرض، أو بما هو أسوأ، بجزء صغير منها. ولكن هناك في الأعالي حيث اتساع الكون غير محدود، ينتظرنا أفق مستقبلي لا مفر منه. ولا توجد حتى الآن أي مؤشرات واضحة إلى وجود عقل خارج الأرض، الأمر الذي يجعلنا نسائل أنفسنا عما إذا كانت حضارات أخرى

كحضارتنا، تندفع دائما بحقد وعناد إلى تدمير ذاتها. إن الحدود القومية ليست واضحة عندما ننظر إلى الأرض من الفضاء. وعموما فإن الشوفينية أو التعصب العرقي أو الديني أو القومي تصبح كلها، صعبة البقاء عندما نرى كوكبنا هلالا أزرق هشا ويتضاءل حتى يصبح نقطة ضوء غير واضحة بين حصون النجوم وقلاعها. حقا إن السفر يوسع التفكير.

توجد عوالم لم تنشأ الحياة فيها قط وعوالم أخرى تفحمت ودمرت بسبب كوارث كونية، ونحن محظوظون لأننا أحياء، وأقوياء ولأننا نسيطر على رفاهية حضارتنا وأنواعنا الحية. فإذا لم نتحدث باسم الأرض، فمن يفعل؟ وإذا لم نلتزم بالمحافظة على بقائنا، فمن يقوم بذلك؟

يقوم الجنس البشري الآن بمغامرة كبرى ستكون، إذا نجحت، في أهمية إعمار الأرض، أو النزول من الأشجار. فنحن نحطم بشكل متردد ومتعثر القيود الأرضية، عن طريق معنوي بمواجهة وترويض تحفظات تلك الأدمغة الأكثر بدائية فينا، وعن طريق مادي بالسفر إلى الكواكب، والتنصت إلى الرسائل القادمة من النجوم. وأن هذين المشروعين مرتبطان فيما بينهما بشكل لا انفصام له. ولكن طاقاتنا موجهة بدرجة أكبر كثيرا إلى الحرب فالأمم المنومة مغناطيسيا بعدم الثقة المتبادل وغير المهتمة قط بالنوع البشري أو بالكوكب ذاته تعمل دائما في التحضير للموت. ونظرا لأن مانقوم به بالغ الرعب فنحن نميل إلى عدم التفكير فيه كثيرا. ولكن ما لا نأخذه في الاعتبار لا يحتمل أن يصحح.

كل شخص مفكر يخشى الحرب النووية، وكل دولة تكنولوجية تخطط لها. والكل يعرفون أنها جنون، ولكل أمة أعذارها. وثمة سلسلة مفجعة من المسببات: فالألمان كانوا يعملون في صنع القنبلة النووية في بداية الحرب العالمية الثانية وهكذا كان على الأميركيين أن يصنعوا قبلهم واحدة. وإذا كان الأميركيون قد امتلكوا هذه القنبلة، فقد أصبح لزاما على السوفييت أن يمتلكوها أيضا، ثم البريطانيون والفرنسيون والصينيون، والهنود والباكستانيون ومع نهاية القرن العشرين كانت دول كثيرة قد اقتنت الأسلحة النووية. ولم يكن صنعها صعبا، فالمواد الانشطارية يمكن

سرقتها من المفاعلات النووية ولم تلبث الأسلحة النووية أن أصبحت صناعة محلية تقريبا .

كانت القنابل التقليدية في الحرب العالمية الثانية تعرف بـ «مفجِّرة الكتل» Blockbuster ، فالقنبلة التي تملأ بعشرين طنا من مادة ت . ن . ت تستطيع تدمير صف كامل من البنايات وبلغ وزن جميع القنابل التي أسقطت على جميع المدن في الحرب العالمية الثانية نحو مليوني طن (٢ ميغا طن) من مادة ت . ن . ت التي أسقطت على مدن مثل كوفنتري ، وروتردام ، ودريسدن ، وطوكيو . وكل الموت الذي أمطرته السماء بين عامي ١٩٣٩ و١٩٤٥ في نحو مئة ألف قنبلة من «مفجِّرة الكتل» مجموع وزنها ٢ ميغاطن . وفي وقت متأخر من القرن العشرين ، لم تعد كمية المتفجرات البالغة ٢ ميغاطن سوى تلك الطاقة التي تطلقها قنبلة نووية حرارية واحدة : قنبلة واحدة تملك القدرة التدميرية لكل قنابل الحرب العالمية الثانية . ولكن يوجد الآن عشرات آلاف الأسلحة النووية . وفي العقد التاسع من القرن العشرين ، توجه قوات الصواريخ الاستراتيجية والقاذفات في الاتحاد السوفييتي ، والولايات المتحدة إلى مايزيد على ١٥ ألف هدف محدد . ولا يوجد مكان واحد آمن على الكرة الأرضية . فالطاقة الموجودة في هذه الأسلحة مثل عفريت الموت ، الذي ينتظر بصبر نافد أن يفرك له مصباح علاء الدين السحري ، تزيد كثيرا على ١٠ آلاف ميغا طن . وهي ليست معدة للتدمير الفعال للعالم خلال ست سنوات* بل خلال ساعات قليلة ، وبمعدل قنبلة من «مفجِّرة الكتل» لكل عائلة في الكرة الأرضية ، وهذا يعادل حربا عالمية ثانية في كل ثانية من فترة ما بعد ظهر يوم بطيء .

أسباب الموت الفورية في هجوم نووي هي موجة الصدمة التي تستطيع أن تسطح المباني الخرسانية القوية على امتداد عدة كيلومترات ، والعاصفة النارية ، وإشعاعات غاما ، والنيوترونات ، التي تجفف تماما أحشاء المارة . وقد كتبت طالبة مدرسة نجت من الهجوم النووي الأميركي على هيروشيما ، وهو الحدث الذي أنهى الحرب العالمية الثانية مايلي :

---

* فترة الحرب العالمية الثانية ـ المترجم .

«استطعت أن أسمع عبر الظلمة التي تشبه قاع جهنم أصوات الطلاب الآخرين يصرخون مستنجدين بأمهاتهم وفي قاعدة الجسر. وفي داخل صهريج كبير كان قد حفر هناك، كانت أم تبكي ممسكة فوق رأسها بطفل عار كان جسمه كله أحمر محترقا. وكانت أم أخرى تبكي وتنشج وهي تلقم بثديها المحترق طفلها الرضيع وفي الصهريج كان الطلاب واقفين ولا يظهر منهم فوق الماء سوى رؤوسهم وأذرعهم المتشابكة وهم يبكون مستنجدين بأهليهم. ولكن كل مارّ كان قد جرح ولم يكن هناك أحد يمكن الاستنجاد به وكان الشعر المحروق على رؤوس الناس مشويا وأبيض، ومغطى بالغبار. ولم يبد عليهم أنهم بشر، أو مخلوقات من هذا العالم».

كان انفجار هيروشيما، خلافا للانفجار اللاحق في ناغازاكي جوياً عالياً فوق سطح الأرض، لذا فإن تساقط المواد المشعة على الأرض لم يكن كبيراً. ولكن في الأول من آذار (مارس) من عام ١٩٥٤ نفذت تجربة لقنبلة نووية حرارية في بيكيني وهي إحدى جزر مارشال وكانت قدرتها التدميرية أكبر مما حسب لها، نجمت عنها غيمة اشعاعية كبيرة خيمت على جزيرة رونغالاب المرجانية التي تبعد ١٥٠ كيلومترا حيث شبه السكان الانفجار بالشمس تشرق من الغرب. وبعد بضع ساعات سقط الرماد الإشعاعي كالثلج على هذه الجزيرة. ووصلت الجرعة الإشعاعية الوسطية إلى نحو ١٧٥ رادا، وهي أقل بقليل من نصف الجرعة الوسطية المميتة. وبما أن الناس كانوا بعيدين عن الانفجار، فلم يمت منهم عدد كبير. ولكن السترونشيوم المشع الذي دخل أجسامهم عبر الفم تركز في عظامهم، كما تركز اليود المشع في غددهم الدرقية. وأصيب ثلثا الأولاد وثلث البالغين في وقت لاحق باضطرابات في الغدة الدرقية، وبتباطؤ النمو، والأورام السرطانية الخبيثة. وفي المقابل حصل سكان جزائر مارشال على عناية طبية دقيقة.

كان عيار قنبلة هيروشيما ١٣ كيلوطنا فقط، وهو مايعادل ١٣ ألف طن من مادة ت. ن. ت. أما عيار القنبلة التي جربت في جزيرة بيكيني فكان ١٥ ميغاطنا. وفي القصف النووي المتبادل في ذروة الحرب النووية الحرارية، سيتم اسقاط مايعادل مليون قنبلة هيروشيما على العالم كله. وحسب معدل الوفيات في هيروشيما الذي بلغ

نحو مئة ألف إنسان، قتلوا بقنبلة ذات عيار بلغ ١٣ كيلوطنا، فإن هذا سيكفي لقتل مئة مليار إنسان. ولكن لم يكن يوجد سوى أقل من خمسة مليارات إنسان في كوكب الأرض في أواخر القرن العشرين. وبالطبع ففي هذا التبادل النووي لن يقتل كل إنسان بوساطة موجة الصدمة والصاعقة النارية، والإشعاع والغبار الذري المتساقط، بالرغم من أن هذا الأخير يستمر وقتا أطول: فإن ٩٠ بالمئة من السترونشيوم ٩٠ سوف يتحلل إشعاعيا خلال ٩٦ سنة، و٩٠ بالمئة من السيزيوم ١٣٧ سوف يتحلل في مئة سنة، و٩٠ بالمئة من اليود ١٣١ سوف يتحلل في شهر واحد فقط.

يشهد الناجون نتائج أكثر مأساوية للحرب. فالتبادل النووي الكامل سوف يحرق الآزوت في الطبقة العلوية للهواء، محولا إياه إلى أكسيدات الآزوت التي سوف تدمر كمية كبيرة من الأوزون في طبقة الجو العليا، وهذا يسمح بمرور جرعات شديدة من أشعة الشمس فوق البنفسجية[1] ويستمر تدفق هذه الأشعة سنوات كثيرة، ويؤدي إلى الإصابة بسرطان الجلد، الذي يصيب خصوصا أصحاب البشرة البيضاء. والأخطر كثيرا من ذلك آثاره غير المعروفة[2] على أيكولوجيا كوكبنا فالضوء فوق البنفسجي يدمر الغلال. وسوف يقتل الكثير من العضويات المجهرية والتي لا نعرف أيها يسمونه وبأي كميات، أو ما النتائج المحتملة، فالعضويات التي ستقتل يمكن أن تكون حسبما نعلم في قاعدة هرم أيكولوجي كبير، نقف نحن البشر في قمته.

الغبار الذي سيقذفه في الجو التبادل الكامل للقصف النووي سوف يعكس ضوء الشمس ويبرّد الأرض قليلا. وحتى التبريد القليل يمكن أن تكون له نتائج كارثية

(١) هذه العملية مماثلة، لكنها أخطر بكثير من تدمير طبقة الأوزون بوساطة الوقود الكربوني الفلوري في أوعية الدش والمرذاذات التي حظر استخدامها في عدد من الدول، واعتبر الإخلال بهذه الطبقة تفسيرا لانقراض الديناصورات، عندما حدث انفجار نجمي على مسافة بضع عشرات السنين الضوئية.

(٢) الإيكولوجيا: هي فرع من علم الأحياء، يدرس العلاقة بين الكائنات الحية وبيئتها ـ المترجم.

على الزراعة. والطيور أكثر تأثرا بالإشعاع من الحشرات. ويمكن أن تكون كوارث الحشرات، وما يتبعها من اضطرابات زراعية نتيجة محتملة للحرب النووية. وهناك أيضا نوع آخر من الكوارث يثير القلق ويتمثل في عصيات الأوبئة المستوطنة في الكرة الأرضية كلها. وفي نهاية القرن العشرين لم يعد الناس يموتون إلا نادرا بالطاعون، ولكن السبب لا يكمن في عدم وجود هذا المرض، بل لأن مقاومة الناس له أصبحت عالية. ومهما يكن الأمر، فإن الإشعاع الناجم عن حرب نووية يضعف، بين تأثيرات كثيرة أخرى، النظام المناعي للجسم البشري مسببا إتلاف قدرته على مقاومة المرض. وهناك في المدى الأبعد الطفرات الوراثية ونشوء أنواع جديدة من الميكروبات والحشرات التي يمكن أن تسبب مشكلات أخرى للبشر الباقين على قيد الحياة بعد المحرقة النووية. وربما بعد فترة ما عندما يتاح الوقت الكافي لكي تأخذ عمليات الطفرات الوراثية التراجعية مداها وتعبر عن نفسها تنشأ مجموعات مرعبة من البشر. وسوف تكون أغلب هذه الطفرات عندما تنضج قاتلة، ولن يحدث ذلك في عدد قليل منها. وعندئذ سوف تكون هناك فواجع أخرى، كفقدان من نحب، وحشود المحروقين، وفاقدي البصر، والمشوهين والمرض والطاعون، والسموم الإشعاعية الطويلة الأمد في الهواء والماء، ومخاطر الأورام السرطانية والولادات الميتة والتشوهات الجنينية وغياب العناية الطبية والإحساس اليائس بالحضارة التي دمرت من أجل لا شيء ومعرفة أنه كان يمكننا أن نمنع ماحدث، لكننا لم نفعل.

كان ل. ف ريتشاردسن عالم أنواء جوية بريطانيا مهتما بالحرب. وكان يرغب في فهم أسبابها. وهناك نقاط تشابه فكرية بين الحرب والطقس. فكلاهما من الظواهر المعقدة ويظهران سمات منتظمة تشير إلى أنهما ليستا قوتين غير قابلتين للتغيير، بل نظامين طبيعيين يمكن فهمهما والسيطرة عليهما. ولكي يفهم الطقس على مستوى العالم، يجب أولا أن تجمع حجما كبيرا من المعطيات المتعلقة بالأحوال الجوية، ويجب أن تكتشف كيف يسلك الطقس فعلا. وقد قرر ريتشاردسن أن أسلوبنا يجب أن يكون واحدا إذا كنا نريد فهم الحرب. وهكذا فقد جمع المعطيات عن الحروب التي حدثت في كرتنا الأرضية المسكينة بين عامي ١٨٢٠ و١٩٤٥.

نشرت نتائج ريتشارد سن بعد وفاته في كتاب بعنوان (إحصاءات عن النزاعات

الميتة). ولأنـه كان مهتما بـالزمن الـذي يجب أن تنتظره من أجل نشـوب حرب يقع فيها عـدد معين من الضحايا فقـد وضع مؤشرا (م) دعاه عـامل الحرب الذي يقيس عدد الوفيات الفورية التي تسببها.

فالحرب ذات العـامل البالغ م = ٣ يمكن أن تكون مجرد مناوشـة يقتل فيها ألف شخص (١٠^٣). أما الحروب التي يكون مؤشرها م = ٥ أو ٦ فهي أكثر خطراً ويقتل فيها في الحالـة الأولى (١٠^٥) أي مئة ألف شخص. وفي الحالـة الثانية (١٠^٦) أي مليون شخص. وكـان للحربين العالميتين الأولى والثانية حجـم أكبر. ووجد أنه كلما كان عدد الناس الذين يقتلون في الحرب أكثر قل احتمال حدوثها، وطال الزمن الذي يمر قبل أن نستطيع مشاهدتها، شأنها شأن العـواصف الشديدةالتي تحدث، بتواتر أقل بكثير، من تواتر وابل المطر الغزير المفاجىء.

اقترح ريتشاردسن أنك إذا استمررت في المنحنى إلى قيم صغيرة جدا للعامل (م) وصولا إلى قيمة الصفر (م = ٠) يمكنك أن تتنبأ تقـريبا بحدوث عمليات القتل على نطاق العالم ففي مكـان ما من هذا العالم يقتل شخص واحـد كل خمس دقائق. وقد قال إن عمليات القتـل الفردية والحرب في أعلى مستوياتها هما طـرفان لخط متصل أو لمنحنى غير منكسر. ويتبع ذلك أن الحرب حسبما أظن هي القتل على نطـاق واسع، لا في المعنى البسيط للتعبير فحسـب، بل في المعنى النفسي العميق جـــداً أيضـــاً. فعندما تهدد رفـاهيتنا، أو يتم تحدي أوهامنا عن أنفسنـا، نميل أو يميل بعضنا على الأقل إلى اللجوء إلى الغضب الشـديد القاتل. وعندمـا تطبق الاستفزازات ذاتها على الدول، فإنها تلجأ هي الأخرى وأحيانا إلى الغضب الشديد القاتل وتشجع غالبا وبما فيـه الكفايـة، من قبل من يسعـون إلى القوة الشخصيـة أو الـربح. ولكن مع تحسن تكنولوجيا القتل وازدياد عقوبات الحرب يجب دفع الكثير جدا من الناس في آن واحد إلى الغضب الشـديـد القـاتل بغيـة حشـد القوى لحرب رئيسيـة. ونظـرا لأن أجهـزة الاتصال العامة تكون غالبا في أيدي الدولة فإن هذا العمل يمكن أن يرتب على نحو مشترك. (أما الحرب النـووية فهي مستثناة من ذلك ويمكن أن تبدأ بقـرار عدد قليل جدا من الناس).

ونرى هنا صراعا بين نزعاتنا وما يمكن أن ندعوه أحيانا طبائعنا الأفضل، أو بين ذلك الجزء القـديم والعميق والخاص بالـزواحف من الدمـاغ والذي يعرف بمـركب الـزواحف R-complex، وهو مسؤول عن الغضب الشديـد القاتل من ناحية وبين الجزأين اللذين تطـورا في وقت لاحق والخاصين بالثدييات والبشر، والمعـروفين بالجزء الحوفي (Limbic) وقشرة المخ (cerebral cortex). وعندما كان البشر يعيشون في جماعـات صغيرة، وكانت أسلحتهم بـدائية نسبيـا لم يكن المحـارب، حتى في حالـة الغضب الشـديـد، قـادرا على قتل سـوى عـدد قليل من النـاس. ومع تحسن تكنـولوجيتنـا، تحسنت أيضا وسـائل الحرب. وفي هذه الفترة القصيرة ذاتها، تحسّنـا نحن أيضا. فقد هدأ العقل غضبنا وخفف مشـاعرنا بالخيبة واليأس، وأصلحنا على نطـاق عـالمي، تلك المظـالم التي كـانت حتى وقت متأخـر، ذات طـابع عـالمي، ومستوطنة في كل مكان.

ولكن أسلحتنا تستطيع أن تقتـل المليارات منا الآن. فهل تحسّنـا بسرعة كـافية؟ وهل أصبحنا نعلم العقلانية بتلك الدرجة من الفعالية التي يمكننا تحقيقها؟

وأخيرا هل درسنا بشجاعة أسباب الحرب؟

إن ما يـدعى غالبـا استراتيجية الردع النـووي بليغ الدلالـة في اعتماده على سلوك أسـلافنا من غـير البشـر. وقـد كتـب هنـري كيسـنجر أحـد السياسـيين المعاصـرين يقول:

«يعتمد الـردع، بالـدرجة الأولى، على العـامل النفسي. ولأغراض الـردع، فإن الخدعة التي تؤخذ على محمل الجد، أكثر فائدة من التهديد الجدي، الذي يفسر بأنه خـدعة». ومهما يكن من أمـر، فإن الخدعة النـوويـة الفعالـة بشكل حقيقي تشمل أوضاعا عرضيـة من اللاعقلانية واستبعاد رعب الحرب النوويـة. آنذاك يميل العدو المحتمل إلى التسليم بنقـاط الخلاف عوضـا عن اللجوء إلى المواجهـة الشاملـة، التي جعلها الجو اللاعقلاني ممكنة والخطر الرئيس لتبني وضع لا عقلانية يمكن تصديقه، هو أن تنجح بشكل ممتاز في الادعاء وبعد فترة تعتاد ذلك ولا يعود الادعاء ادعاء.

إن ميـزان الرعب الشـامل، الذي دشنتـه الولايـات المتحدة والاتحاد السـوفييتي

يحتفظ بمواطني الكرة الأرضية كلهم رهائن. ويضع كل طرف حدودا للسلوك المسموح به للآخر. ويؤكد للعدو المحتمل أنه إذا انتهكت هذه الحدود، فسوف تنشب الحرب النووية. ومهما يكن الأمر، فإن تحديد هذه الحدود يتغير من وقت إلى آخر. ويجب على كل طرف أن يكون واثقا تماما أن الطرف الآخر يفهم الحدود الجديدة. ويميل كل جانب إلى زيادة مكاسبه العسكرية ولكن ليس بشكل صارخ ينذر بالخطر من الجانب الآخر. ويستكشف كل جانب باستمرار حدود احتمال الجانب الآخر، كما حدث في تحليق القاذفات النووية فوق مجاهيل المناطق القطبية وأزمة الصواريخ الكوبية، وتجربة الأسلحة المضادة للأقمار الصناعية، وحروب فيتنام وأفغانستان، وغير ذلك من الفقرات التي تتضمنها لائحة طويلة ومؤلمة. وهكذا نجد أن ميزان الرعب النووي، هو ميزان دقيق وحساس، ويعتمد على أن أشياء لا تسير في الاتجاه الخاطىء، وعلى أخطاء لا ترتكب وعلى عدم الإثارة الخطرة لنزعات الزواحف في الإنسان.

وهكذا نعود إلى ريتشاردسن. ففي المخطط البياني نجد أن الخط الثابت هو زمن الانتظار لحرب ذات عامل (م) معين، أي الزمن الوسطي الذي يجب انتظاره لكي نشهد حربا تقتل ($10^م$) من الناس (حيث م تمثل عدد الأصفار بعد الواحد في عملية الحساب العادية). وهو يعرض أيضا الخط العمودي في اليمين الذي يشير إلى عدد سكان العالم في السنوات الأخيرة، والذي كان قد وصل إلى مليار إنسان في نحو العام ١٨٣٥، ووصل الآن إلى نحو ٤,٥ مليار (م = ٩,٧)[٣] وعندما يتقاطع منحنى ريتشاردسن مع الخط العمودي، يتحدد معنا زمن الانتظار ليوم القيامة، أي عدد السنوات التي تمر حتى يموت سكان الأرض كلهم في حرب ما كبيرة. وحسب منحنى ريتشاردسن وأبسط استقراء للنمو المستقبلي لتعداد الجنس البشري، فإن هذين الخطين لا يتقاطعان حتى القرن الثلاثين تقريبا، وبالتالي فقد أجل يوم القيامة.

ولكن العامل (م) للحرب العالمية الثانية كان ٧,٧ وقتل فيها مايقرب من خمسين

---

(٣) أصبح هذا العدد ٥,٣ مليار في عام ١٩٩٠ ـ المترجم.

مليون عسكري ومدني وتقدمت فيها تكنـولوجيا الموت على نحو مشؤوم واستخدمت الأسلحة النووية لأول مرة. ولا يـوجد إلا مؤشر ضعيف إلى أن دوافع ونزعات الحرب قد تراجعت منـذ ذلك الوقت، وقد أصبح كل من الأسلحة التقليدية والنـووية أكثر قـدرة على التـدمير. وهكـذا فإن ذروة منحنى ريتشـاردسـن انخفضت بكميـة غير معروفة وإذا كان موقعها الجديـد في مكان ما من المنطقة المظللة من المخطط، فربما لم يبق أمامنـا سوى بضعـة عقود حتى يـوم القيـامة. وأن مقـارنة أكثـر تفصيلا لـوقوع الحروب قبل عام ١٩٤٥ وبعده، يمكـن أن تساعـد في استيضاح هذا السؤال، وهو يستحق أكثر من اهتمام عابر.

إن ذلك هو مجرد طريقـة لقول ما كنا نعـرفه منذ عقود. فتطور الأسلحـة النووية ووسائل إيصالها إلى الأهداف سوف تؤدي، عاجلا أم آجـلا إلى كارثة عالمية وقد شعر الكثير من العلماء الأميركيين والأوروبيين المهاجـرين الذين صنعـوا الأسلحة النـووية الأولى بانـزعاج عميق مـن المارد النووي الـذي أطلقوه من قمقمـه ليسرح في العالم، وطالبوا بالإلغـاء الشامل للأسلحة النووية ولكن نـداءاتهم لم تلق استجابة فقد ألقى توقع المكـاسب الاستراتيجية القـومية غشـاوة على أعين الاتحاد السوفييتي والـولايات المتحدة، وبذلك بدأ سباق التسلح.

وفي الوقت ذاته كانت هناك تجارة دولية رائجـة بالأسلحة المدمرة غير النووية التي أطلق عليها بخبث اسـم (الأسلحة التقليديـة) وإذا راجعنا أرقـام السنوات الخمس والعشرين الماضية مع مراعاة أسعار الدولار حسب التضخم، نجد أن حجم التجارة الدولية السنوية بـالأسلحة ارتفع من ٣٠٠ مليون دولار إلى أكثر من ٢٠ مليار دولار. وفي الفترة بين عامي ١٩٥٠ و١٩٦٨ التي تتـوافر عنها إحصائيات جيـدة كانت تقع سنويا عـدة حوادث عالمية ذات علاقـة بالأسلحة النووية، بـالرغم من أنه لم تحدث انفجارات نـووية عـرضية إلا مـرة أو مرتين فقط. وأن مـؤسسات صنـع الأسلحة في الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة ودول أخرى، هي كبيرة وجبارة. وهي تشمل في الـولايـات المتحـدة مـؤسسـات رئيسية ومشهـورة بمنتجـاتها المنزليـة وحسب أحـد التقديرات فإن الأربـاح المسجلة في عمليات صنع الأسلحة العسكرية تـزيد بمعدل

٣٠ إلى ٥٠ بالمئة على أي عمليات تصنيع مماثلة تكنولوجيا، ولكن معدة للأسواق المدنية المنافسة.

ويسمح بتجاوز التكلفة في منظومات الأسلحة العسكرية في مستويات تعتبر غير مسموح بها في المجال المدني. وهناك تناقض صارخ في الاتحاد السوفييتي بين الموارد والنوعية والانتباه والاهتمام المكرسة للانتاج العسكري والحجم القليل منها الذي يعطى إلى السلع الاستهلاكية وحسب بعض التقديرات، فإن نحو نصف العلماء والتكنولوجيين ذوي المستوى الرفيع في الكرة الأرضية، يعملون بوقت كامل أو جزئي في المسائل العسكرية. ويعطى العاملون في تطوير وصنع أسلحة التدمير الشامل رواتب كبيرة وعلاوات، وأوسمة شرف من أعلى المستويات في مجتمعاتهم. وأن سرية تطوير الأسلحة التي تأخذ أبعادا مبالغا فيها في الاتحاد السوفييتي، تجعل الأفراد العاملين في هذا المجال غير مسؤولين أبدا عن أعمالهم. فهم محميون ومجهولون. وكذلك فإن السرية العسكرية تجعل من القطاع الذي يعمل فيه العسكريون أحد أصعب القطاعات في المجتمع التي يمكن للمواطنين مراقبتها. وإذا كنا لا نعرف ماذا يفعل هؤلاء فمن الصعب جدا أن نوقفهم عند أي حد. وفي ضوء هذه المكافآت الكبيرة جدا وهذا الاشتباك المتبادل المروع للمؤسسات العسكرية المتعادية فإن العالم يجد نفسه مندفعا نحو التدمير النهائي للمشروع البشري.

تعلن كل قوة عظمى على نطاق واسع مبررا لحصولها على أسلحة التدمير الشامل وتخزينها يتضمن غالبا التذكير الموروث من الزواحف بالأخلاق الرذيلة والعيوب الثقافية للأعداء المحتملين (وهم على عكسنا نحن الشجعان)، أو التذكير بنوايا الآخرين، وليس نوايانا أبدا، السيطرة على العالم.

ويبدو أن كل دولة تملك مجموعة من الإمكانات المحرّمة التي لا يسمح لأحد من مواطنيها أو أتباعها بالتفكير فيها جدياً، مهما كان الثمن وهي تشمل في الاتحاد السوفييتي: الرأسمالية والله، والتنازل عن السيادة القومية. وتشمل في الولايات المتحدة، الاشتراكية، والإلحاد، والتنازل عن السيادة القومية. والأمر لا يختلف عن ذلك في أي مكان آخر في العالم كله.

فكيف يمكننا أن نفسر سباق التسلح العالمي لمراقب غير متحيز قادم من خارج الأرض؟ وكيف سنبرر أحدث التطورات الخطرة في صناعة الأقمار الصناعية القاتلة وأسلحة الأشعة الجسيمية والليزرية، والقنابل النيوترونية وصواريخ كروز والتحويل المقترح لمناطق تعادل بمساحتها بلدانا متوسطة الحجم إلى مشاريع معدة لإخفاء كل صاروخ بالستي عابر للقارات بين مئات الوسائط الخداعية؟ وهل يمكننا أن نجادل مؤكدين أن عشرة آلاف رأس حربي نووي موجه، سوف تعزز غالباً فرص بقائنا أحياء؟ وما الحساب الذي سنقدمه مع رعايتنا واهتمامنا بكوكب الأرض؟ لقد سمعنا المبررات المقدمة من قبل القوى العظمى النووية. ونحن نعرف من يتكلم باسم الدول. ولكن من يتكلم باسم الجنس البشري؟ ومن يتكلم باسم الأرض؟

يوجد نحو ثلثي كتلة الدماغ في قشرة المخ منه، وهي مكرسة للحدس والتفكير العقلاني، وقد نشأ الناس وهم يحملون نزعة العيش مع الغير. وهكذا فإن كلا منا يتمتع برفقة الآخرين، ويهتم أحدنا بالآخر، ويعاون بعضنا بعضا. فالنزعة الغيرية جزء من بنيتنا، وقد استطعنا أن نحل بذكاء، رموز بعض نماذج الطبيعة. ولدينا حافز كاف للعمل المشترك، والقدرة على تحديد طرائق القيام بهذا العمل. وإذا كنا نفكر بالحرب النووية والتدمير الجماعي لمجتمعنا العالمي الناشىء فلماذا لا تكون لدينا الرغبة في التفكير باعادة البناء الجماعية لمجتمعاتنا؟ وهكذا فمن وجهة النظر غير الأرضية نجد أن حضارتنا العالمية تقف بوضوح على حافة الفشل في واحدة من أهم المهام الرئيسية التي نواجهها، وهي المحافظة على حياة رفاهية مواطني الكرة الأرضية. ألا يجب عندئذ أن نكون راغبين في الكشف بشكل صارم عن تغييرات رئيسة في الطرائق التقليدية لعمل الأشياء في كل دولة وإعادة النظر الجذرية في تصميم المؤسسات الاقتصادية والسياسية والاجتماعية والدينية؟

وإذ يواجهنا هذا البديل المقلق. فإننا نميل دائما إلى التقليل من جدية المشكلة إلى أدنى حد والتأكيد أن أولئك الذين يقلقون بشأن العاقبة متطيرون.

والتمسك بالرأي القائل إن التغييرات الجوهرية في مؤسساتنا ليست عملية أو مغايرة للطبيعة البشرية، كما لو أن الحرب النووية هي أمر عملي، أوليس هناك سوى

طبيعة بشرية واحدة فقط. إن الحرب النووية الشاملة لم تحدث قط من قبل. والناس يأخذون ذلك مبررا للقول إنها لن تحدث أبدا أيضا، ولكنها لن تحدث لنا سوى مرة واحدة. وسيكون الوقت آنذاك قد فات على إعادة صياغة حساباتنا.

إن الولايات المتحدة الأميركية هي إحدى الحكومات القليلة التي تدعم فعلا الوكالة المكرسة لعكس اتجاه سباق التسلح. ولكن الميزانيات المخصصة لوزارة الدفاع (١٥٣ مليار دولار في عام ١٩٨٠)[٤]، ولوكالة السيطرة على الأسلحة ونزع السلاح (٠,١٨ مليار دولار سنويا) تذكرنا بالأهمية النسبية التي أوليناها إلى هذين النوعين من النشاطات. ألا يجب أن يصرف المجتمع العقلاني مبالغ على فهم ومنع الحرب القادمة، أكثر مما يصرفه على التحضير لها؟ إن فهمنا في الوقت الراهن هو هزيل، وربما لأن ميزانياتنا المخصصة لنزع السلاح كانت منذ زمن سرجون الأكدي تتأرجح إلى حد ما بين عدم فعاليتها وعدم وجودها. إن علماء الأحياء الدقيقة والأطباء يدرسون الأمراض لكي يؤمنوا بصورة رئيسة الشفاء للناس. ونادرا ما يفتشون عن الكائنات المسببة للمرض، كالجراثيم على سبيل المثال. دعونا إذن ندرس الحرب كما لو كانت ـ كما يدعوها انشتاين ـ مرض الطفولة. فقد وصلنا إلى النقطة التي أصبح فيها انتشار الأسلحة النووية، ومقاومة نزع السلاح النووي، يهددان كل شخص في الكرة الأرضية، ولم تعد هناك أي مصالح خاصة أو حالات خاصة. وإن بقاءنا أحياء يعتمد على تكريس ذكائنا ومواردنا على نطاق شامل لحمل المسؤولية عن مصيرنا وضمان عدم انحراف منحنى ريتشاردسن نحو اليمين.

ويجب علينا، نحن جميع شعوب الأرض، رهناء الأسلحة النووية، أن نثقف أنفسنا بما يتعلق بالحربين التقليدية والنووية وأن نثقف حكوماتنا بها. ويجب أن نتعلم العلم والتكنولوجيا اللذين يقدمان الأدوات الوحيدة التي تمكننا من البقاء. ويجب علينا أيضا أن نكون راغبين في التحدي الشجاع للآراء الاجتماعية والسياسية والاقتصادية والدينية التقليدية. ويجب أن نبذل كل جهد ممكن لكي نفهم أن زملاءنا البشر في كل مكان من العالم هم بشر مثلنا أيضا. وبالتأكيد فإن هذه

(٤) تضاعف هذا الرقم في أقل من عشر سنوات ـ المترجم.

الخطوات صعبة. ولكن كما أجاب انشتاين مرارا عندما كانت مقترحاته ترفض على اعتبار أنها غير عملية أو غير ملائمة للطبيعة البشرية. إذن ما البديل؟

إن الحيوانات الثديية تتميز بأنها تحك أنفها وتداعب وتدلل، وتعانق، وتحب صغارها. وهذا السلوك غير معروف أساسا لدى الزواحف. وإذا كان صحيحا فعلا أن الجزء الخاص بالزواحف والجزء الحوفي Limbic Systems يتعايشان في هدنة قلقة داخل جماجمنا، ويظلان مع ذلك محتفظين بسماتها القديمة، فيمكننا أن نتوقع أن يؤدي الإفراط في الحنان الأبوي إلى دعم الشق الثديي في طبيعتنا، وأن يؤدي غياب العاطفة المحسوسة جسديا إلى تقوية السلوك المنتمي إلى شق الزواحف في طبيعتنا. وهناك دليل ما على أن هذا صحيح، وفي تجارب مخبرية وجد هاري ومارغريت هارلو أن القرود التي ربيت في أقفاص وعزلت جسديا قد ظهر لديها نوع من الكآبة والعزلة والسمات الشاذة المتعلقة بتدمير الذات، على الرغم من أنها كانت تستطيع رؤية وسماع وشم زملائها من القرود الأخرى، ويلاحظ الشيء ذاته في الأولاد الذين تتم تنشئتهم دون حنان حسي، ولاسيما في المؤسسات التي يعانون فيها وبشكل واضح ألما كبيرا.

أجرى طبيب الأمراض النفسية والعصبية جيمس بريسكوت تحليلات متقابلة للحضارات في ٤٠٠ مجتمع من المجتمعات قبل الصناعية، فوجد أن الحضارات التي تغدق على أطفالها بالحنان الحسي تميل إلى أن تكون غير راغبة في العنف. وحتى المجتمعات التي لا تحيط أطفالها بحنان كبير تنشىء راشدين غير متسمين بالعنف، شريطة ألا يكبت فيها النشاط الجنسي في سن المراهقة. ويعتقد بريسكوت أن الحضارات ذات الاستعداد لممارسة العنف مؤلفة من أفراد كانوا قد حرموا خلال مرحلة أو مرحلتين من مراحل حياتهم الحرجة، كالطفولة والمراهقة من مسرات الجسد. أما حيث تشجع العاطفة الحسية فلا تظهر السرقة، والمشاعر الدينية المقننة والاستعراض البغيض للثراء، وحيث يعاقب الأولاد بدنيا تكون ثمة ميول إلى العبودية، وشيوع القتل، وتعذيب الأعداء وتقطيع أجسامهم والإذلال المكرس للنساء، والاعتقاد بوجود كائن واحد أو عدة كائنات غيبية تتدخل في الحياة اليومية.

ونحن لا نفهم السلوك البشري بشكل كـاف لكي نتأكد من الميكـانيكيات التي تحكم هـذه العلاقـات، ومع ذلك يمكننـا أن نخمن. ولكن الترابطات تملك دلالـة بارزة. وقد كتب بريسكوت عن ذلـك يقول: «إن النسبة المئوية لاحتمال تحول مجتمع مـا إلى العنف، إذا تعـامل مع أبنـائه بشكل عـاطفي ملمـوس، وكـان متسـامحا مع السلوك الجنسي مـاقبل الزواج، هي اثنـان بالمئـة، أما احتمال حـدوث هذه العـلاقة بـالمصادفـة فهو واحـد إلى ١٢٥ ألفـا. ولا أعرف أي معـامل تغير آخر يملك هـذه الـدرجـة العاليـة من صحـة التنبـؤ». فالأطفـال لـديهم جـوع إلى العاطفـة الحسيـة والمراهقـون مشـدودون بقـوة إلى النشـاط الجنسي. ولـو امتلك الصغـار الحريـة التي يريدونها لأمكن أن تتطـور تلك المجتمعات التي لا يقبل الراشدون فيها بـالعدوانية، والإقليمية والتراتبيـة الطقوسية والاجتماعيـة (بالـرغم من أن الأولاد يمكن أن يمارسوا خلال نموهم هذا السلوك الخاص بالـزواحف). وإذا كان بريسكوت محقا فإن إيذاء الأطفــال والكبت الجنسي العنيف، هما في عصر الأسلحـة النـوويـة ومنع الحمل الفعّال، جريمتـان ضد الإنسانية. والحاجة تـدعو إلى مزيد من الـدراسات في هذه المسائل المثيرة. وفي هذه الأثناء، بإمكان كل واحد منا المساهمة بشكل شخصي وغير مثير للجدل، من أجل مستقبل أفضل لعالمنا لو عانقنا أطفالنا برقة وحنان.

إذا كانت الميول نحو العبودية والعنصريـة وكره النساء والعنف مرتبطة فيما بينها، على غـرار مـا تـوحي الطبـائع الفـردية، والتـاريخ البشري، والـدراسـات المقـارنـة للحضـارات فلابـد أن يكون هنـاك مكـان لبعض التفاؤل. فنحن محاطـون بتغيرات جـوهـريـة وقعت حـديثـا في المجتمع. ففي القـرنين الأخيرين ألغيت، بشكل كلي تقريبا وعبر ثورة عـارمة على نطاق كوكبنا ـ العبـودية المذلة التي دامت آلاف السنين. أما المرأة التـي فرضت عليهـا الوصايـة آلاف السنين وحرمـت تقليديا مـن أي سلطة سياسية أو اقتصادية، فقـد أصبحت الآن، حتى في أكثر المجتمعات تخلفاً، شريكة مساوية للرجل. ولأول مرة في التاريخ الحديث أوقفت حروب عدوانية كبيرة لأسباب تعود جزئيـا إلى الاشمئزاز الذي يشعر به مـواطنو الدول المعتديـة. وبدأت الحملات القديمـة الداعيـة إلى الحماس القومي والاعتزاز الشـوفيني تفقد إغـراءها. وربما أدى ارتفاع مستويـات المعيشة إلى أن يعامل الأطفال بشكل أفضل في كـل أنحاء العالم.

وفي بضعة عقود فقط، بدأت التغيرات العالمية الكاسحة تسير بالضبط في الاتجاهات التي يتطلبها بقاء الجنس البشري. ويتطور إدراك جديد لحقيقة كوننا أنواعا حية واحدة.

كتب تيوفراتوس الذي عاش في فترة تأسيس مكتبة الإسكندرية: «الخرافة هي موقف جبن أمام الألوهية». فنحن نعيش في كون تصنع ذراته في مراكز النجوم، وتولد فيه ألف شمس في الثانية، وتنشأ الحياة بوساطة ضوء الشمس والبرق في أجواء ومياه كواكبه الفتية، وتصنع أحيانا المواد الأولية اللازمة للتطور البيولوجي بوساطة انفجار نجم مافي منتصف المسافة إلى «درب اللبانة»، ويتشكل فيه شيء في جمال المجرة مئة مليار مرة. وهو الكون الذي يضم الكوازارات والكواركات[٥] ونتف الثلوج واليراعات* ويمكن أن توجد فيه ثقوب سوداء، وعوالم أخرى، وحضارات خارج الأرض لا تصل رسائلها اللاسلكية حاليا إلينا. فكم تبدو الادعاءات الخرافية والعلوم المزيفة شاحبة إذا ما قورنت بكل ذلك. وكم هو مهم بالنسبة إلينا أن نتابع العلم ونفهمه، وهو الذي يمثل السعي المميز للإنسان. ويمس إحساسنا بالدهشة والخشوع.

إن كل جانب من الطبيعة يكشف سرا عميقا، ويمس إحساسنا بالدهشة والخشوع. وقد كان تيوفراتوس على حق. فهؤلاء الذين يخافون الكون كما هو في الحقيقة والذين يدعون معرفة غير موجودة، ويتصورون الكون مقتصرا على الكائنات الحية، سوف يفضلون الطمأنينة الزائلة التي تقدمها الخرافة. وهم يتحاشون العالم عوضا عن مواجهته. أما أولئك الذين لديهم الشجاعة في اكتشاف نسيج وبنية الكون حتى عندما تختلف بعمق عن رغباتهم وآرائهم فسوف ينفذون إلى أعمق أسراره.

لا يوجد أي نوع آخر من الكائنات الحية على الأرض يمارس العلم. فهو حتى الآن، وحصرا، ابتكار بشري، طُور بوساطة الانتقاء الطبيعي في قشرة المخ من الدماغ

(٥) جاء ذكرها سابقا.

* حشرات مضيئة ليلا ـ المترجم.

البشري، ولسبب بسيط واحد وهو أنه فاعل. والعلم، ليس كاملا، ويمكن أن يساء استخدامه. وهو مجرد أداة. ولكنه أفضل أداة نملكها حتى الآن، فهو يصحح ذاته ويتطور ويلائم كل شيء، ولديه قاعدتان: الأولى هي أنه لا توجد حقائق مقدسة، ويجب أن تخضع جميع الافتراضات إلى فحص نقدي، والثانية هي أن كل شيء لا يتلاءم مع الحقائق، يجب أن يهمل أو يعاد النظر فيه. يجب علينا أن نفهم الكون كما هو فعلا، ولا نخلط بين ماهو عليه وما نود أن يكون. فالأشياء الواضحة تكون أحيانا غير صحيحة، فيما تكون الأشياء غير المتوقعة صحيحة أحيانا. والبشر في كل مكان يشتركون في أهداف واحدة عندما يكون المحتوى كبيرا بشكل كاف. ودراسة الكون تقدم أكبر محتوى ممكن. وعموما فإن الثقافة العالمية الراهنة هي وافد جديد متعجرف. فقد وصلت إلى مسرح كوكبنا بعد ٤,٥ مليار سنة من فصول أخرى، ولم تلبث بعد إطلالة استمرت بضعة آلاف من السنين أن أعلنت نفسها مالكة لحقائق خالدة. ولكن في عالم يتغير بالسرعة التي نشهدها، لن يكون هذا الاعلان سوى وصفة كارثية. فمن غير المحتمل أن تملك أمة ما، أو ديانة، أو نظام اقتصادي، أو مركز معارف جميع الأجوبة المتعلقة ببقائنا. ولابد أن يكون هناك الكثير من الأنظمة الاجتماعية التي يمكن أن تعمل بشكل أفضل من أي نظام موجود حاليا. ومهمتنا حسب التقاليد العلمية هي البحث عنها.

لم يحدث سوى مرة واحدة في تاريخنا أن وجد الوعد بحضارة علمية متألقة. وقد امتلكت هذه الحضارة التي استفادت من اليقظة الأيونية قلعة لها في مكتبة الإسكندرية، حيث وضعت أفضل عقول القدامى قبل ألفي سنة، أسس الدراسة المنتظمة للرياضيات، والفيزياء، والبيولوجيا، والفلك، والأدب والجغرافيا، والطب. ولانزال حتى الآن نبني على هذه الأسس. أنشئت المكتبة ودعمت من قبل البطالسة، وهم الملوك الإغريق الذين ورثوا الجزء المصري من إمبراطورية الإسكندر الكبير. كانت هذه المكتبة منذ زمن إقامتها في القرن الثالث قبل الميلاد وحتى تدميرها بعد سبعة قرون بمثابة عقل العالم القديم وقلبه.

كانت مدينة الإسكندرية عاصمة النشر في الكرة الأرضية. وبالطبع لم تكن توجد

مطابـع آنذاك . وكانـت الكتب غالية الثمـن ، وكان كل منهـا ينسخ نسخا بـاليد . وكـانت هذه المكتبـة مستـودع أدق النسخ الموجودة في العـالم كلـه ، وفيها ابتكـر فن التحرير الدقيق . وقد وصلنا العهد القديم بصورة رئيسية من الترجمات الإغريقية التي تمت في مكتبة الإسكندرية . وكرس البطـالسة الكثير من ثرواتهم الكبيرة لامتلاك كل كتاب إغريقي ، بالإضافة إلى مؤلفات من أفريقيا وبلاد فارس ، والهند وفلسطين وكل أجزاء العالم الأخرى . وقـد رغب بطليمـوس الثالث إيـرغيتس أن يستعير من أثينـا المخطوطـات الأصلية أو النسـخ الرسمية لتراجيـديات سـوفوكليـس ، وأيشيلوس ، وأريبيدوس ، الكبرى القديمة .

وكانت هذه التراجيديات بالنسبة لأهـل أثينا نوعا من التراث الثقافي ، أو شيئا ما يماثل المخطـوطات الأولى لمؤلفـات شكسبير في إنكلترا . ولم يكونـوا راغبين في التخلي عن هذه المخطوطات حتى ولو للحظة . ولم يوافقوا على إعارة هذه المسرحيات إلا بعد أن ضمن بطليمـوس إعادتها وأمّن عليها بمبلـغ كبير جدا . ولكن بطليمـوس الذي كان يقـدر قيمة هـذه اللفائف من ورق البردي أكثـر من الذهب والفضـة تنازل عن التأمين بكـل سرور واحتفظ بكل مـــايملك من قـــوة بهذه اللفـــائف في مكتبـــة الإسكنـدرية . وكـان على أهل أثينـا الغـاضبين أن يقنعوا بتلك النسخ التـي قدمهـا بطليموس إليهم من دون أن يشعر ، ولو بقدر قليل ، من الخجل . ولم يحدث إلا نادرا أن سعت دولة بمثل هذا الطمع إلى المعرفة .

ولم يكن البطالسة يكتفـون بجمع المعارف الموجودة سابقـا فحسب ، بل شجعوا أيضـا الأبحاث العلميـة ومولـوها وولّـدوا بذلك معـارف جديـدة . وكانت النتـائج مدهشـة . فقد حسب إيراتـوسثينس بدقة حجم الأرض ، ورسم خـرائط لها وقال إن الهند يمكن الوصـول إليها بالإبحار غربـا من إسبانيا . وقال هيبـارتشوس إن النجوم تتكـون وتتحرك ببطء ، عبر القـرون وتفنى في النهايـة ، وكان أول من صنف أوضـاع ودرجة لمعـان النجوم مما جعله يكشف هـذه التغيرات . وقد ألف أقليدس كتـابا عن الهندسـة استمر العـالم يتعلمه طوال ٢٣ قـرنا ، وهو المؤلف الـذي ساعـد في إيقاظ

الاهتمام العلمي لدى كبلر، ونيوتن، وانشتاين. وكتب غالين مؤلفات أساسية عن شفاء الأمراض وتشريح الجسم، ظلت مسيطرة على الطب حتى عصر النهضة. وكان هناك الكثير من أمثال هؤلاء كما رأينا سابقا.

كانت الإسكندرية أكبر مدينة شاهدها عالم الغرب حتى ذلك الوقت. وقد جاء إليها الناس من جميع الأمم ليسكنوا فيها ويتاجروا، ويتعلموا. وفي أي يوم في ذلك الزمن، كانت موانئها مزدحمة بالتجار والعلماء والسياح. وكانت الإسكندرية المدينة التي تبادل فيها الإغريق والمصريون والعرب والسوريون والعبريون والفرس والنوبيون والفينيقيون والإيطاليون والأيبيريون والفرنسيون، البضائع والأفكار. وربما هنا حققت كلمة «كوزموبوليتان» معناها وهي لا تعني مواطن دولة بل «مواطن كون» Cosmos[(٦)].

واضح أن بذور العالم الحديث وضعت هنا. فما الذي منعها أن تضرب جذورا في الأرض وتزدهر؟ ولماذا حدث عوضا عن ذلك أن دخل الغرب عبر ألف سنة من الظلمة حتى اكتشف كولومبوس، وكوبرنيكوس، ومعاصروهم، ثانية العمل الذي كان قد نفذ في الإسكندرية؟ لا يمكنني أن أقدم جوابا بسيطا. ولكني أعرف فعلا مايلي: لا يوجد أي سجل في تاريخ المكتبة كله يشهد على أن أيا من العلماء، والباحثين الشهيرين، الذي عملوا في هذه المكتبة تحدى على نحو جدي المسلمات السياسية، والاقتصادية، والدينية لمجتمعه. فقد كان التساؤل يطرح عن ديمومة النجوم ولكن لم يكن هناك تساؤل عن عدالة العبودية. وكان العلم والتعلم مقصورين على قلة متميزة بينما لم يكن لدى الجماهير العريضة في المدينة أي فكرة - وإن مبهمة - عن الاكتشافات الكبرى التي تتم في المكتبة. ولم تفسر الاكتشافات للناس أو تجعل في متناولهم ولم تقدم لهم سوى القليل من النفع. واستخدمت الاكتشافات المتعلقة بالميكانيك وتكنولوجيا البخار بصورة رئيسية في تحسين الأسلحة، وتشجيع الخرافات، وتسلية الملوك. ولم يدرك العلماء قط قدرة علم

(٦) ابتكرت كلمة كوزموبوليتان Cosmopolitan أساسا من قبل ديوجينيس، الفيلسوف العقلاني وناقد أفلاطون.

الميكانيك على تحريـر الناس(٧) وهكذا فلم تحقق المنجـزات الفكرية القديمـة سوى عـدد محدود من التطبيقـات العمليـة المبـاشرة. ولم يستطع العلم قط أن يأسر خيـال العامـة، ولم يكن هناك أي توازن مضـاد لحالة الركود، والتشـاؤم، والاستسلام المذل جدا للغيبية. وعندما جاء الرعاع في نهاية المطاف ليحرقوا المكتبة، لم يكن هناك أحد يمنعهم عن ذلك.

آخر من عمل في المكتبـة عالمة في الريـاضيات والفلك والفيزياء ورئيسـة المدرسة الأفلاطونية الجديـدة في الفلسفة، وهذه مجموعة إنجازات غير عـادية بالنسبة إلى أي فرد في أي عصر. كان اسمهـا (هيباتيا) وقد ولدت في الإسكندريـة في عام ٣٧٠ بعد الميلاد. وفي الوقت الذي لم تكن توجد فيه سوى خيارات قليلة للنساء، وكنّ يعاملن باعتبارهن مقتنيـات فإن هيباتيا كانت تتحـرك بحرية عفويـة في أوساط يتحكم فيها الذكور تقليـديا. كانت، حسب كل المقاييـس، على درجة كبيرة من الجمال، وتقدم لها الكثير من الراغبين في الـزواج، لكنها رفضت كل العروض. وكانت الإسكنـدرية آنذاك التي حكمهـا الرومـان طويلا في حـالة ضيق شـديد. وعملت العبـودية على استنزاف حيوية حضارتها الكلاسيكية. وكـانت الكنيسة المسيحية النامية تعزز قوتها وتحاول استئصال التأثير والثقـافة الوثنيين. وقفت هيباتيـا في مركز زلزال هـذه القوى الاجتماعية الجبارة وكـان سيريل رئيس أساقفة الإسكندرية يحتقرهـا بسبب صداقتها القويـة مع الحاكم الرومـاني، ولأنها كانت رمزا للعلم والتعلم اللـذين اعتبرا من قبل الكنيسة منذ أيامها الأولى من الوثنية. واستمـرت هيباتيا بالرغم من الخطر الشخصي الذي يهددها، في التعليم والنشر، حتى جاء ذلك اليـوم المشؤوم في عام ٤١٥ عندما هاجمهـا، وهي في طريقهـا إلى العمل، عدد من الرعـاع المتعصبين التابعين لأبـرشية سيريل وسحبوها من عـربتها ومزقوا مـلابسها وفصلوا لحمها عن عظـامها بأصداف بحريـة حـادة. ثـم حرقـوا مابقـي منهـا وطمســوا مؤلفاتهـا. نُسيت هيباتيا، أمـا سيـريل فقد جعل قديسا.

(٧) مع استثناء وحيد لأرخميـدس الذي اخترع، في أثناء وجوده في مكتبه الإسكنـدرية، البزال المائي الذي لايزال مستخدما في مصر حتى الآن لري الحقول الزراعية. ولكنه اعتبر أن هذه الاختراعات الميكانيكية هي دون جلال العلم إلى حد كبير.

لم يبق من أمجاد مكتبة الإسكندرية سوى ذكرى باهتة. وسرعان ما دمر آخر مابقي منها بعد موت هيباتيا. بدا كما لو أن الحضارة بكاملها أخضعت نفسها لعملية جراحية ذاتية في دماغها مسحت منه إلى الأبد جميع ذكرياتها ومكتشفاتها وأفكارها وطموحاتها. كانت تلك خسارة لا تقدر. وفي بعض الحالات لا نعرف سوى العناوين المثيرة للكتب التي أتلفت. أما في أغلب الحالات، فلم نعرف حتى العناوين أو المؤلفين. فنحن نعرف أنه لم يبق من مجموع تمثيليات سوفوكليس البالغ عددها ١٢٧ تمثيلية سوى سبع فقط، وأن إحدى هذه التمثيليات السبع هي «أوديب ملكا». وعدد مماثل بقي من مسرحيات أسخيلوس ويوريبيدوس. والأمر هنا يشبه بقاء كتابين فقط لرجل اسمه وليام شكسبير هما «كوريولانوس» و«قصة شتاء»، لكننا سمعنا أنه كتب تمثيليات أخرى غير معروفة بالنسبة إلينا، نالت على مايبدو التقدير في زمانه، وهي تحمل العناوين التالية: هاملت، وماكبث، ويوليوس قيصر، والملك لير، وروميو وجولييت.

لم يبق ملف واحد من المحتويات المادية لهذه المكتبة الجيدة. وفي الإسكندرية الحالية لا يوجد سوى قلة تقدر - أو تعرف بالتفصيل - مكتبة الإسكندرية أو حتى الحضارة المصرية العظيمة التي سبقت إنشاء المكتبة لفترة امتدت آلاف السنين. فثمة أحداث لاحقة وأمور ثقافية أخرى غطت على ما مضى. والأمر لا يختلف عن ذلك في أنحاء العالم كلها. فلا يوجد سوى خيوط واهية تربطنا بالماضي. ومع ذلك فعلى مرمى حجر من بقايا مبنى السيرابيوم نجد أشياء تذكرنا بالكثير من الحضارات نذكر منها: تماثيل أبوالهول الملغزة من مصر الفرعونية، والعمود الكبير الذي أقيم للإمبراطور الروماني ديوكليتيان من قبل خادمه المطيع اعترافا بفضل حاكم المدينة الإمبراطور في عدم السماح لمواطني الإسكندرية بالموت جوعا، وبناية كنيسة مسيحية، والكثير من المنارات ورموز الحضارة الصناعية الحديثة، كالمباني ذات الشقق السكنية والسيارات، والترامويات، والأحياء الفقيرة، وبرج إعادة الإرسال الميكروي. وثمة مليون خيط من الماضي تتشابك مع حبال وكابلات العالم الحديث.

إن منجـزاتنا تعتمـد على ما حققـه ٤٠ ألف جيل من أسلافنـا الذين أصبحـوا، باستثناء عدد ضئيل جدا منهم، مجهولي الأسماء ومنسيين. وبين حين وآخر نعثر على حضـارة كبيرة كحضارة إيبـلا القديمـة، على سبيل المثـال، التي ازدهرت قبل عـدة آلاف من السنين، ولم نكن نعرف عنها شيئا.

كم نجهل نحن مـاضينـا! تلـك الكتـابـات وأوراق البردي والكتب التي تـربط الجنس البشري بالـزمن وتسمح لنا بسماع تلك الأصوات القليلة والصرخـات الخافتة لإخوتنا وأخواتنا وأجدادنا. وكم يبهجنا التعرف عندما ندرك أنهم كانوا مثلنا.

لقـد كرسنـا اهتمامنـا في هـذا الكتاب لبعـض أجدادنـا الـذين لم تنس أسماؤهم كإيراتـوستينس، وديموقريطيـس، وأريسطارتشوس، وهيبـاتيا، وليونـاردو، وكبلر، ونيوتن، وهـوغنز، وشـامبليون، وهـوماسـون، وغودارد، وانشتـاين، علما أن هؤلاء كلهم ينتمون إلى الثقافـة الغربية، لأن الحضارة العلمية التي ظهرت في كـوكبنا كانت بصورة رئيسية غـربية، ولكن الثقافات الأخرى سـواء في الصين، أو الهند، أو غرب أفريقيا، أو أميركـا الوسطى، كانت قد أسهمت بصورة رئيسية أيضـا في بناء مجتمعنا العالمي، وكان لها مفكـروها الذين زرعوا بذور التطـور المستقبلي. ومن خلال التقدم التكنـولـوجي في الاتصالات أصبحت كـرتنـا الأرضيـة في المراحل الأخيرة من تحقيق الخطوة المهمـة نحو إقامة مجتمع عـالمي واحد. وإذا استطعنا أن ننجز تكـامل الكرة الأرضية دون إزالة الفروق الثقافية أو تدمير أنفسنا، نكون قد حققنا شيئا كبيرا.

يوجـد الآن قرب مـوقع مكتبة الإسكندريـة تمثال لأبي الهول دون رأس، كـان قد نحت في زمن الفرعون هوريميب (Horemheb) من السلالة الحاكمة الثانية عشرة، أي قبل الإسكندر بألف سنـة. على مقربة من هـذا الجسم الأسدي نجد بـرج إعادة البث الـلاسلكي الميكـروي الحديث. بين هـذيـن النصبين خيط متصل من تـاريخ الجنس البشري. فـالزمن الـذي مـر بين أبي الهول والبرج هو لحظـة في الزمن الكـوني الممتد نحو خمسـة عشر مليار سنة منذ حدوث «الانفجار الكبير»، وقـد بعثرت رياح الزمان سجل رحلة الكون تقريبا منذ ذلك الوقت حتى الآن ودُمّر دليل التطور الكوني

بشكل أسوأ من تدمير لفائف البردي في مكتبة الإسكندرية. ومع ذلك فقد سرقنا، بجرأتنا وذكائنا لمحات قليلة من ذلك الممر المتعرج الذي سرنا فيه نحن وأجدادنا.

ظل الكون بدون شكل عصورا غير معروفة بعد التدفق الانفجاري للمادة والطاقة من «الانفجار الكبير». لم تكن هناك مجرات أو كواكب إو حياة. وكان الظلام العميق والكتيم في كل مكان كما ذرات الهيدروجين في الفراغ. وبدأت تتجمع هنا وهناك تراكمات أكثف من الغاز بشكل طفيف تماما، ثم تكثفت كرات من المادة مشكلة قطرات مطر هيدروجينية ذات كتل أكبر من الشموس. في داخل هذه الكرات الغازية اشتعلت أول مرة النار النووية الكامنة في المادة. وولد أول جيل من النجوم غامرا الكون بالضوء. ولم تكن توجد آنذاك أي كواكب تتلقى الضوء أو أي كائنات حية تعجب بتألق السماوات. وفي أعماق الأفران النجمية أنشأت كيمياء الدمج النووي عناصر ثقيلة من رماد احتراق الهيدروجين وهي مواد البناء الذري اللاحق للكواكب وأشكال الحياة. وسرعان ما استنفدت النجوم الكبيرة مخزوناتها من الوقود النووي. وأعادت إذ تعرضت لانفجارات هائلة أغلب موادها إلى الغاز الرقيق الذي كانت تكثفت في الأصل منه. وهنا في الغيوم الكثيفة القاتمة بين النجوم تشكلت قطرات مطر جديدة مؤلفة من عناصر كثيرة، وبدأت تولد أجيال تالية من النجوم. وفي أماكن مجاورة نمت قطرات مطر ذات أجرام أصغر كثيرا جدا من أن توقد نارا نووية. إنها القطرات في الضباب الموجود بين النجوم التي ستشكل الكواكب. بينها كان عالم صغير مؤلف من الحجارة والحديد هو الأرض الأولى.

وأطلقت الأرض إذ تحجرت وازدادت حرارتها غازات الميثان والأمونيوم والماء والهيدروجين التي كانت محتبسة فيها، مشكلة الجو الأولي والمحيطات الأولى. وغسل ضوء الشمس الأرض البدائية ورفع درجة حرارتها وأثار فيها العواصف والبروق والرعود. واندفعت الحمم من البراكين. وأدت هذه العمليات إلى حدوث تمزق في جزيئات الجو الأولي. وما لبثت الشظايا أن عادت إلى السقوط معا في أشكال أكثر تعقيدا انحلت في المحيطات الأولى. وبعد زمن صار للبحار قوام الحساء الساخن الذائب. وانتظمت الجزيئات، وحدثت تفاعلات كيميائية معقدة على

سطح الطين. وفي يوم ما نشأت جزيئة استطاعت بالمصادفة أن تصنع من نفسها عدة نسخ خرقاء منفصلة عن باقي الجزيئات في هذا الحساء. ومع مرور الزمن نشأت جزيئات أخرى قادرة على نسخ ذواتها بشكل أكثر اتقانا ودقة. وحازت التكوينات التي تلاءمت أكثر مع عمليات الاستنساخ اللاحقة على تفضيل الانتقاء الطبيعي فتلك التي نسخت نفسها بشكل أفضل أعطت نسخا أكثر. وازدادت رقة الحساء البحري الأولي نظرا لأنه كان يستهلك ويحول إلى تجمعات معقدة من الجزيئات العضوية الذاتية التكاثر. وهكذا بالتدريج، وعلى نحو غير محسوس كانت الحياة قد بدأت.

ثم نشأت النباتات الوحيدة الخلية وبدأت الحياة تنتج غذاءها الخاص. وحوّلت عملية التركيب الضوئي الجو. وابتكر الجنس عندما تجمعت الأشكال التي كانت تعيش حرة منفردة لتصنع من ذواتها خلية معقدة ذات وظائف متخصصة وتطورت العضويات ذات الخلية الواحدة إلى أحياء متعددة الخلايا. وظهرت الأعين والآذان وأصبح الكون قادرا على الرؤية والسمع. واكتشفت النباتات والحيوانات أن الأرض تستطيع دعم الحياة. فانطلقت العضويات تغمغم وتزحف، وتركض وتتعثر، وتتزحلق، وترفرف، وترتعد، وتصعد، وتحلق. واندفعت حيوانات ضخمة جدا عبر الأدغال الكثيفة. وظهرت مخلوقات صغيرة ولدت حية عوضا عن نشوئها في حاويات ذات أغطية صلبة، وفي عروقها يجري سائل يشبه ماء المحيطات الأولية. واستطاعت البقاء على قيد الحياة بوساطة خفة الحركة والحلية، وبعد ذلك بوقت قصير قفزت حيوانات صغيرة تسكن الأشجار ونزلت إلى الأرض. وأصبحت تقف على أقدامها، وتعلمت استخدام الأدوات ودُجنت حيوانات أخرى بالإضافة إلى النباتات والنار، وإختُرعت اللغة. كان رماد الكيمياء النجمية ينبثق الآن في شكل الوعي، وفي خطوات لا تفتأ تسرع إخترع الكتابة، والمدن، والفن، والعلم، وأرسلت المراكب الفضائية إلى الكواكب والنجوم. هذه هي بعض الأشياء التي استطاع الهيدروجين أن يفعلها خلال خمسة عشر مليار سنة من التطور.

يبدو ذلك مثل أسطورة ملحمية، وهو كذلك حقا. ولكنه ليس سوى مجرد وصف للتطور الكوني حسبما كشفه العلم في زمننا. كان من الصعب أن نمر في هذا

التطور الذي يشكل خطرا علينا. ولكن مـن الواضح في أي قصة عن التطور الكوني أن آخر نـواتج صنـاعة الهيدروجين المجـراتية من مخلـوقات الأرض كلهـا، سيحظى بالتدليل. وقد يكون هنـاك في أماكن أخرى في الكون تحولات للمادة لا تقل أهمية عما جرى عندنا. ولهذا فنحن ننصت بتوق لأي طنين خافت في السماء.

وقد تشكل لـدينا مفهوم غريب بأن أي شخص أو مجتمع يختلف عنـا قليلا مهما كنا نحن، لابد أن يكون غير مألوف أو شاذا، ويجب ألا نثق به، وننفر منه. ولنفكر على سبيل المثـال بـالمعـاني السلبيـة لكلمتي «غـريـب» أو «أجنبي». ومع ذلك فإن النصب التذكارية والثقافات في كل واحدة من حضاراتنا، تمثل طرائق مختلفة للوجود كبشر. وإذا مـا ألقى زائر من خارج كـرتنا الأرضيـة نظرة على الفـروق بين الكائنـات البشرية ومجتمعاتها، فإنه سيجدها تافهة بالمقارنة مع التشابه القائم.

وقـد يكـون الكون مأهـولا بشكل كثيف بـالكـائنـات العاقلـة. ولكن الـدرس الـدارويني واضح: لن يـوجـد بشر في مكـان آخر. فهنـا فقط وعلى هـذا الكـوكب الصغير، يوجد الناس ونحن نوع نادر ومعرض للخطر. وإذا ما اختلف إنسان معك دعه يعش، لأنك لن تجد إنسانا آخر في مئة مليار مجرة.

يمكن أن يعتبر التـاريخ البشري الإدراك الطـالع ببطء لحقيقـة كوننـا أعضـاء في مجموعة أكبر منا. ففـي البداية كانت ولاءاتنا لأنفسنا ولعائلتنـا المباشرة، وبعد ذلك انتقلت هذه الولاءات إلى جماعات الصيادين الجوالين، ثم إلى القبائل، فالمستوطنات الصغيرة ثم إلى الدول ـ المدن، فالأمم، لقـد وسعنا دائرة الذين نحبهم. ونظمنا الآن مـايمكن أن يوصف تـواضعا بـالقوى العظمى، التي تشمل مجمـوعات من النـاس المنحدرين مـن خلفيات إثنية وثقـافية مختلفـة، تعمل معا بشكل مـا، وهذه تشكل بالتأكيـد تجربة في بنـاء الشخصية البشرية وأنسنتهـا. وإذا كان سيكتب لنـا البقاء، فـلابد أن تتـوسع ولاءاتنا إلى حـد أكبر، وتشمل المجتمع البشري بـالكامل وكـوكب الأرض كلـه. وسوف نسمع الكثير عن الخيـانـة وعدم الـولاء. وعلى الدول الغنيـةأن تتقاسم ثرواتها مع الدول الفقيرة. ولكن الخيار كما قال هـ. ج. ويلز في سياق آخر، هو، بوضوح، العالم أو لا شيء.

لم يكن البشر موجودين قبل بضعة ملايين سنة. فمن سيكون هنا بعد بضعة ملايين سنة من الآن؟ وفي خلال تاريخ كرتنا الأرضية الذي امتد ٦ , ٤ مليار سنة، لم يغادرها شيء. أما الآن فإن مركبات فضائية ضئيلة الحجم غير مأهولة تغادر الأرض وتحلق متلألئة وأنيقة عبر النظام الشمسي.

وقد قمنا باستطلاع أولي لعشرين عالما، بضمنها جميع الكواكب المرئية بالعين المجردة، تلك الأضواء الليلية السيارة التي حفزت أجدادنا لفهم ما يدور حولهم، وحركت مشاعرهم الوجدانية. وإذا استمرت الحياة في كوكبنا، فإن زمننا الحالي سوف يصبح مشهورا لسببين هما: أننا استطعنا أن نتجنب تدمير الذات في لحظة مراهقتنا التكنولوجية، ولأن هذا هو العصر الذي بدأنا فيه السفر إلى النجوم.

إن الخيار صارم وتهكمي. فنفس أجهزة إطلاق الصواريخ المستخدمة لإرسال المسابر إلى الكواكب هي التي توجه أيضا لإرسال الرؤوس الحربية النووية إلى الدول الأخرى. ومصادر الطاقة الإشعاعية التي وضعت في مركبات فايكينغ «وفواياجير» تشتق من التكنولوجيا نفسها المستخدمة في صنع الأسلحة النووية. وكذلك فإن تقنيات اللاسلكي والرادار المستخدمة في مراقبة وقيادة المركبات الفضائية المرسلة إلى الكواكب، وفي التنصت إلى الإشارات القادمة من حضارات موجودة على مقربة من نجوم أخرى. وإذا استخدمنا هذه التكنولوجيا لتدمير أنفسنا فلن نستطيع بالتأكيد السفر إلى الكواكب والنجوم ولكن العكس صحيح أيضا. فإذا واصلنا السفر إلى الكواكب والنجوم، فإن مشاعرنا القومية المتعصبة سوف تهتز بقوة أكبر وسنفوز ببعد كوني. وسندرك أن اكتشافاتنا لا يمكن أن تنفذ، إلا باسم شعب الكرة الأرضية كله. وسوف نوظف طاقاتنا في مشروع مكرس للحياة لا للموت، وهو يهدف إلى توسيع فهمنا للأرض وسكانها، وللتفتيش عن الحياة في أماكن أخرى. إن استكشاف الفضاء سواء بمركبات مأهولة أو غير مأهولة، يستخدم الكثير من نفس المهارات التنظيمية والتكنولوجية، ويتطلب نفس الالتزام بالشجاعة والجرأة الذي يقتضيه العمل الحربي. وإذا ما حان وقت نزع حقيقي للسلاح قبل وقوع حرب نووية فإن مثل هذا الاستكشاف سوف يمكن المؤسسات الصناعية العسكرية لدى الدولتين

العظميين من الانخـراط أخيرا في مشروع غير ملطخ. فـالمصـالـح التي وظفت في التحضير للحرب، يمكن أن يعاد توظيفها بسهولة نسبية في استكشاف الكون.

إن برنامجا معقولا بل طموحا لاستكشاف الكواكـب بوساطة مركبات غير مأهولة لن يكون مرتفع التكلفة. فميزانية العلوم الفضائية في الولايات المتحدة الأميركية كبيرة جدا، وإذا قارناها بالنفقات المماثلة في الاتحاد السوفييتي، نجد أن الأخيرة أكبر بعدد قليل من المرات. ولكن هذه المبـالغ كلها وفي عشر سنوات تساوي تكلفـة غواصتين أو ثلاث غـواصات نـووية، أو مـا ينفق خـلال سنة واحـدة على إحدى منظـومات الأسلحـة الكثيرة. ففي الـربع الأخير من عـام ١٩٧٩ ازدادت تكلفة بـرنـامج صنع الطائرة الأميركيـة ف/أ ـ ١٨ بمقدار ١,٥ مليـار دولار، بينما ازدادت تكلفة بـرنامج الطائرة الأميركية الأخرى ف ـ ١٦ بمقـدار ٣,٤ مليار دولار. ومنذ أن وضعت برامج استكشاف الكواكـب بمركبات غير مأهولة موضع التنفيذ في كل من الولايات المتحدة والاتحاد السـوفييتي، فإن ما أنفق عليهـا هو أقل بكثير ممـا أنفق بشكل مخجل، على سبيل المثـال، مـن قبل الـولايـات المتحـدة، بين عــامي ١٩٧٠ و١٩٧٥ في قصف كمبوديا تنفيـذا للسياسة القومية الأميركيـة، التي تكلفت ٧ مليارات دولار. وكذلك فإن التكلفـة الإجماليـة للبعثـة الاستكشـافية للمـريخ بـالمركبـة «فـايكينغ» أو لبعثـة «فـوايـاجير» التي أرسلت إلى خـارج النظـام الشمسي هـي أقل من تكلفـة التـدخل السـوفييتي في أفغانستـان في عامي ١٩٧٩ ــ ١٩٨٠. وفي ضوء الاستخـدام التقني للتكنولـوجيا العـالية وقوتها الحافـزة فإن المال الذي ينفق على الاستكشـاف الفضائي يكون ذا مـردود اقتصادي مضاعف وتـرى إحدى الـدراسات أن كل دولار ينفق على استكشاف الكواكـب، ينعكس على الاقتصاد القومي بسبعة دولارات، ولايزال هناك الكثير من المهام المهمة والممكنة التي لم تنفذ بعد بسبب الافتقار إلى التمويل، بما فيها العربـات الجوالة التي تستطلع سطح المريخ، ومـركبات الالتقاء بـالمذنبات ومسـابر القمر تيتان، والتفتيش على نطـاق واسع عن إشارات الراديو القـادمة من حضارات أخرى في الفضاء.

إن تكلفة الـرحلات الكبيرة إلى الفضـاء، وإقامـة القواعـد الدائمـة على القمر، واكتشـاف المريخ بـوساطـة مركبـات مأهولـة هي من الضخامـة، على سبيل المثال،

بحيث لن تكون ممكنـة في المستقبل القريب حسبما أظن، ما لم نقم بتقـدم دراماتيكي في نـزع السلاحين النـووي والتقليدي. وحتى في هـذه الحال نجد أن ثمـة حاجـات ملحـة أخرى هنـا على الأرض. ولكن ليس لدي شك في أننـا إذا استطعنا، فسـوف ننجز هذه المهام عاجلا أم آجـلا. وهو شبه مستحيل المحافظة على مجتمع لا يتطور. وهناك نوع من الفـائدة المركبة النفسية في هذا المجـال: فحتى وجود ميل ضعيف إلى التراجع أو التحـول عن الكـون، سيـؤدي إلى إصـابـة أجيـال كثيرة بنكسـة مهمـة. والعكس صحيـح أيضا، فحتى الالتزام الخفيف بـالسفر إلى خارج الكرة الأرضية أو إلى مايمكـن أن ندعـوه حسـب كـولومبـوس «مشروع النجـوم» سيقيم خـلال عدة أجيـال حضـورا بشـريا في عـوالم أخرى، ويجعلنـا نشـعر ببهجـة غامـرة جـرّاء اشـتراكنا في الكون.

ثار بركـان قبل ٣,٦ مليون سنة في المكان الذي يعـرف الآن بشمال تنزانيا فغطت غيمة الـرماد النـاجمة عنه البطـاح العشبية المحيطـة. وفي عام ١٩٧٩ وجـدت عالمة الأحافير البشرية مـاري ليكي آثار أقدام مطبوعـة في هذا الرماد تعتقـد أنها أثر قدمي كائن شبيـه بالإنسان الأول قـد يكون جد كـل الناس الموجودين على الأرض حـاليا. وعلى مسـافـة ٣٨٠ ألف كيلومتر، من ذلـك هناك سهل مسطح جـاف كـان البشر أطلقوا عليـه في لحظة تفـاؤل اسم «بحر الهدوء»، فيـه أثر قـدمين أخريين تـركه أول إنسان مشى في عـالم آخر. لقـد قطعنا مسـافة كبيرة في ٣,٦ مليـون سنة، وفي ٤,٦ مليار سنة، وفي ١٥ مليار سنة.

فنحن إنما نكون تجسيـدا محليا لهذا الكون نما إلى مـرحلة الـوعي الذاتي. ونحن لم نبـدأ إلا الآن في استكشاف منشئنـا. ومـا نحن إلا حفنة مـن مادة النجـوم تتأمل في النجوم ذاتها؛ أي إننـا عبارة عن بلايين البـلايين من الذرات المنتظمـة التي تفكر في تطور الذرات، وتتـابع مراحل الرحلة الطـويلة التي نشأ فيها الوعي في مـوقعنا نحن على الأقل. وبالطبع فإن ولاءاتنـا تنتمي إلى الأنواع التي تعيش على كوكبنـا. أي أننا نتحـدث باسم كـوكب الأرض. أما واجبنـا في الاستمرار والبقـاء فنحن ندين بـه لا لأنفسنا فحسب، وإنما لهذا الكون الرحب والسحيق في القِدم الذي انبثقنا عنه.

المؤلف في سطور

د. كارل ساغان.

* أستاذ الفلك وعلم الفضاء بمعهد دافيد دنكان ومدير معمل دراسات الكواكب بجامعة كورنيل.
* قام بدور بارز في رحلات سفن الفضاء «مارينر» و«فايكينغ» و«فوايـاجير» إلى الكواكب.
* حصل على العديد من الجوائز والميداليات المهمة من هيئات فلكية عالمية مختلفة.
* له نحو ستمائة ورقة بحثية علمية، كما صدر له بالاشتراك مع آخرين ما يزيد على عشرين كتابا بما في ذلك (Dragons of Eden) الذي حصل عنه على جائزة بوليتزر.

المترجم في سطور

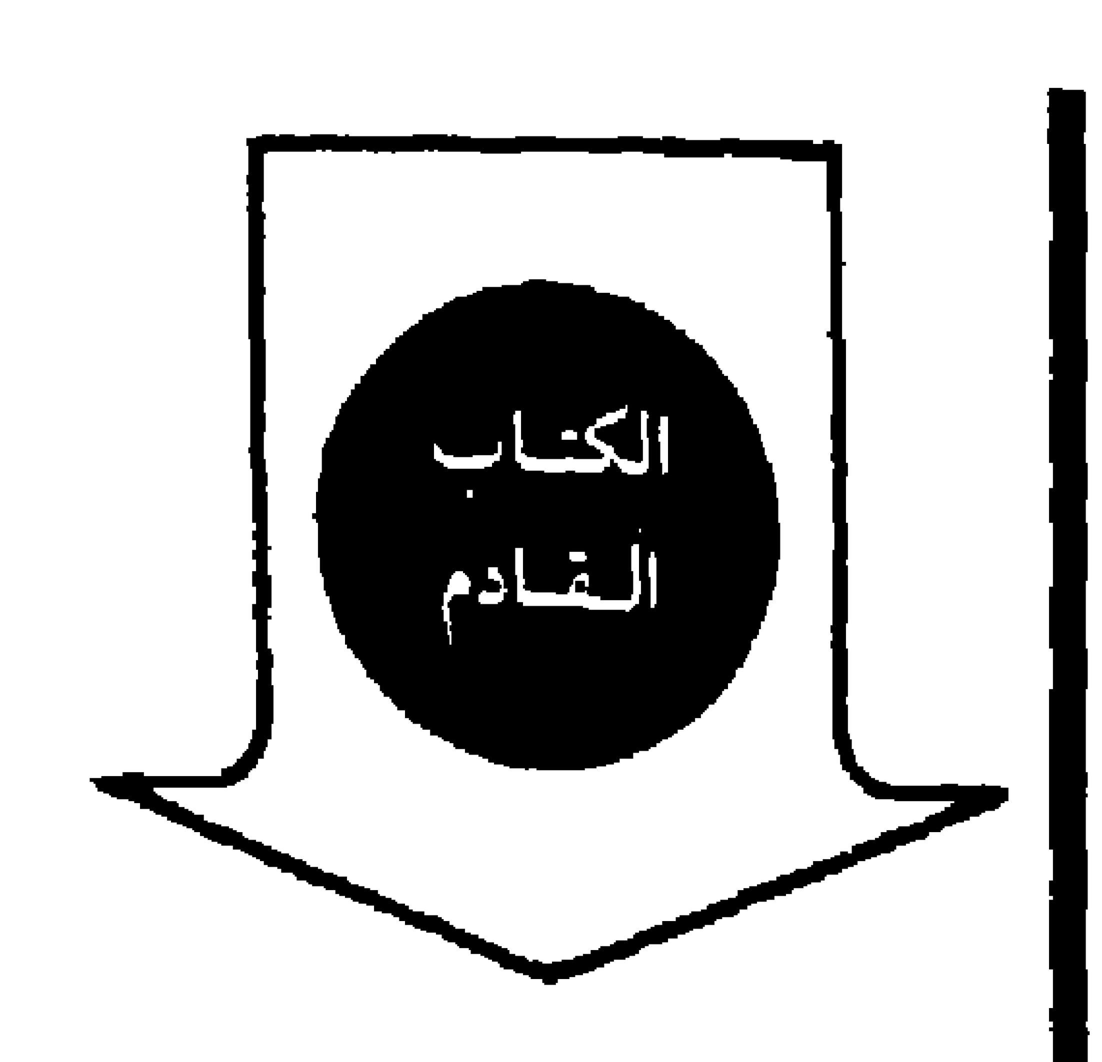
نافع أيوب لبّس

* عضو في اتحاد الكتاب العرب في سوريا.
* له العديد من المؤلفات والترجمات والأبحاث في أفرع العلم المختلفة.

المراجع في سطور

محمد كامل عارف

* حصل على ماجستير آداب في الصحافة، وماجستير علوم في الاقتصاد.
* عمل في الصحافة العربية والدولية في عدة بلدان، ورأس تحرير دور نشر ومجلات علمية وتقنية متخصصة في لندن.
* ألف وترجم كتبا ودراسات عدة.
* يرأس منذ عام ١٩٨٨ قسم العلوم والتكنولوجيا في صحيفة «الحياة» اليومية التي تصدر في لندن.



سيكولوجية الصداقة

تأليف: د. أسامة سعد أبوسريع

صدر عن هذه السلســلة

العنوان	المؤلف	التاريخ
١ـ الحضارة	تأليف : د/ حسين مؤنس	يناير ١٩٧٨
٢ـ اتجاهات الشعر العربي المعاصر	تأليف : د/ إحسان عباس	فبراير ١٩٧٨
٣ـ التفكير العلمي	تأليف : د/ فؤاد زكريا	مارس ١٩٧٨
٤ـ الولايات المتحدة والمشرق العربي	تأليف : / أحمد عبدالرحيم مصطفى	أبريل ١٩٧٨
٥ـ العلم ومشكلات الإنسان المعاصر	تأليف : د/ زهير الكرمي	مايو ١٩٧٨
٦ـ الشباب العربي والمشكلات التي يواجهها	تأليف : د/ عزت حجازي	يونيو ١٩٧٨
٧ـ الأحلاف والتكتلات في السياسة العالمية	تأليف : / محمد عزيز شكري	يوليو ١٩٧٨
٨ـ تراث الإسلام (الجزء الأول)	ترجمة : د/ زهير السمهوري تحقيق وتعليق : د/ شاكر مصطفى مراجعة : د/ فؤاد زكريا	أغسطس ١٩٧٨
٩ـ أضواء على الدراسات اللغوية المعاصرة	تأليف : د/ نايف خرما	سبتمبر ١٩٧٨
١٠ـ جحا العربي	تأليف : د/ محمد رجب النجار	أكتوبر ١٩٧٨
١١ـ تراث الإسلام (الجزء الثاني)	ترجمة : د/ حسين مؤنس، د/ إحسان العمد مراجعة : د/ فؤاد زكريا	نوفمبر ١٩٧٨
١٢ـ تراث الإسلام (الجزء الثالث)	ترجمة : د. حسين مؤنس، د/ إحسان العمد مراجعة : د/ فؤاد زكريا	ديسمبر ١٩٧٨
١٣ـ الملاحة وعلوم البحار عند العرب	تأليف : د/ أنور عبدالعليم	يناير ١٩٧٩
١٤ـ جمالية الفن العربي	تأليف : د/ عفيف بهنسي	فبراير ١٩٧٩
١٥ـ الإنسان الحائر بين العلم والخرافة	تأليف : د/ عبدالمحسن صالح	مارس ١٩٧٩
١٦ـ النفط والمشكلات المعاصرة للتنمية العربية	تأليف : د/ محمود عبدالفضيل	أبريل ١٩٧٩
١٧ـ الكون والثقوب السوداء	إعداد : رؤوف وصفي مراجعة : زهير الكرمي	مايو ١٩٧٩
١٨ـ الكوميديا والتراجيديا	ترجمة : د/ علي أحمد محمود مراجعة : د/ شوقي السكري، د/ علي الراعي	يونيو ١٩٧٩
١٩ـ المخرج في المسرح المعاصر	تأليف : / سعد أردش	يوليو ١٩٧٩

العنوان	المؤلف / المترجم	التاريخ
٢٠ـ التفكير المستقيم والتفكير الأعوج	ترجمة حسن سعيد الكرمي مراجعة : صدقي حطاب	أغسطس ١٩٧٩
٢١ـ مشكلة إنتاج الغذاء في الوطن العربي	تأليف : د/ محمد على الفرا	سبتمبر ١٩٧٩
٢٢ـ البيئة ومشكلاتها	تأليف : رشيد الحمد د/ محمد سعيد صباريني	أكتوبر ١٩٧٩
٢٣ـ الرق	تأليف : د/ عبدالسلام الترمانيني	نوفمبر ١٩٧٩
٢٤ـ الإبداع في الفن والعلم	تأليف : د/ حسن أحمد عيسى	ديسمبر ١٩٧٩
٢٥ـ المسرح في الوطن العربي	تأليف : د/ علي الراعي	يناير ١٩٨٠
٢٦ـ مصر وفلسطين	تأليف : د/ عواطف عبدالرحمن	فبراير ١٩٨٠
٢٧ـ العلاج النفسي الحديث	تأليف : د/ عبدالستار ابراهيم	مارس ١٩٨٠
٢٨ـ أفريقيا في عصر التحول الاجتماعي	ترجمة : شوقي جلال	أبريل ١٩٨٠
٢٩ـ العرب والتحدي	تأليف : د/ محمد عماره	مايو ١٩٨٠
٣٠ـ العدالة والحرية في فجر النهضة العربية الحديثة	تأليف : د/ عزت قرني	يونيو ١٩٨٠
٣١ـ الموشحات الأندلسية	تأليف : د/ محمد زكريا عناني	يوليو ١٩٨٠
٣٢ـ تكنولوجيا السلوك الإنساني	ترجمة : د/ عبدالقادر يوسف مراجعة : د/ رجا الدريني	اغسطس ١٩٨٠
٣٣ـ الإنسان والثروات المعدنية	تأليف : د/ محمد فتحي عوض الله	سبتمبر ١٩٨٠
٣٤ـ قضايا أفريقية	تأليف : د/ محمد عبدالغني سعودي	أكتوبر ١٩٨٠
٣٥ـ تحولات الفكر والسياسة في الشرق العربي (١٩٣٠ـ ١٩٧٠)	تأليف : د/ محمد جابر الأنصاري	نوفمبر ١٩٨٠
٣٦ـ الحب في التراث العربي	تأليف : د/ محمد حسن عبدالله	ديسمبر ١٩٨٠
٣٧ـ المساجد	تأليف : د/ حسين مؤنس	يناير ١٩٨١
٣٨ـ تكنولوجيا الطاقة البديلة	تأليف : د/ سعود يوسف عياش	فبراير ١٩٨١
٣٩ـ ارتقاء الإنسان	ترجمة : د/ موفق شخاشيرو مراجعة : زهير الكرمي	مارس ١٩٨١
٤٠ـ الرواية الروسية في القرن التاسع عشر	تأليف : د/ مكارم الغمري	أبريل ١٩٨١
٤١ـ الشعر في السودان	تأليف : د/ عبده بدوي	مايو ١٩٨١
٤٢ـ دور المشروعات العامة في التنمية الاقتصادية	تأليف : د/ علي خليفة الكواري	يونيو ١٩٨١
٤٣ـ الإسلام في الصين	تأليف : فهمي هويدي	يوليو ١٩٨١
٤٤ـ اتجاهات نظرية في علم الاجتماع	تأليف : د/ عبدالباسط عبدالمعطي	أغسطس ١٩٨١

٤٥ـ حكايات الشطار والعيارين في التراث العربي	تأليف : د/ محمد رجب النجار	سبتمبر ١٩٨١
٤٦ـ دعوة إلى الموسيقا	تأليف : د/ يوسف السيسي	أكتوبر ١٩٨١
٤٧ـ فكرة القانون	ترجمة : سليم الصويص مراجعة : سليم بسيسو	نوفمبر ١٩٨١
٤٨ـ التنبؤ العلمي ومستقبل الإنسان	تأليف : د/ عبدالمحسن صالح	ديسمبر ١٩٨١
٤٩ـ صراع القوى العظمى حول القرن الأفريقي	تأليف : صلاح الدين حافظ	يناير ١٩٨٢
٥٠ـ التكنولوجيا الحديثة والتنمية الزراعية	تأليف : د/ محمد عبدالسلام	فبراير ١٩٨٢
٥١ـ السينما في الوطن العربي	تأليف : جان ألكسان	مارس ١٩٨٢
٥٢ـ النفط والعلاقات الدولية	تأليف : د/ محمد الرميحي	أبريل ١٩٨٢
٥٣ـ البدائية	ترجمة : د/ محمد عصفور	مايو ١٩٨٢
٥٤ـ الحشرات الناقلة للأمراض	تأليف : د/ جليل أبو الحب	يونيو ١٩٨٢
٥٥ـ العالم بعد مائتي عام	ترجمة : شوقي جلال	يوليو ١٩٨٢
٥٦ـ الإدمان	تأليف : د/ عادل الدمرداش	أغسطس ١٩٨٢
٥٧ـ البيروقراطية النفطية ومعضلة التنمية	تأليف : د/ أسامة عبدالرحمن	سبتمبر ١٩٨٢
٥٨ـ الوجودية	ترجمة : د/ إمام عبدالفتاح	أكتوبر ١٩٨٢
٥٩ـ العرب أمام تحديات التكنولوجيا	تأليف : د/ انطونيوس كرم	نوفمبر ١٩٨٢
٦٠ـ الأيديولوجية الصهيونية (الجزء الأول)	تأليف : د/ عبدالوهاب المسيري	ديسمبر ١٩٨٢
٦١ـ الأيديولوجية الصهيونية (الجزء الثاني)	تأليف : د/ عبدالوهاب المسيري	يناير ١٩٨٣
٦٢ـ حكمة الغرب	ترجمة : د/ فؤاد زكريا	فبراير ١٩٨٣
٦٣ـ الإسلام والاقتصاد	تأليف : د/ عبدالهادي علي النجار	مارس ١٩٨٣
٦٤ـ صناعة الجوع (خرافة الندرة)	ترجمة : أحمد حسان عبدالواحد	إبريل ١٩٨٣
٦٥ـ مدخل إلى تاريخ الموسيقا المغربية	تأليف : عبدالعزيز بن عبد الجليل	مايو ١٩٨٣
٦٦ـ الإسلام والشعر	تأليف : د/ سامي مكي العاني	يونيو ١٩٨٣
٦٧ـ بنو الإنسان	ترجمة : زهير الكرمي	يوليو ١٩٨٣
٦٨ـ الثقافة الألبانية في الأبجدية العربية	تأليف : د/ محمد موفاكو	أغسطس ١٩٨٣
٦٩ـ ظاهرة العلم الحديث	تأليف : د/ عبدالله العمر	سبتمبر ١٩٨٣
٧٠ـ نظريات التعلم (دراسة مقارنة) القسم الأول	ترجمة : د/ علي حسين حجاج مراجعة : د/ عطيه محمود هنا	أكتوبر ١٩٨٣
٧١ـ الاستيطان الأجنبي في الوطن العربي	تأليف : د/ عبدالمالك خلف التميمي	نوفمبر ١٩٨٣
٧٢ـ حكمة الغرب (الجزء الثاني)	ترجمة : د/ فؤاد زكريا	ديسمبر ١٩٨٣

٧٣ـ التخطيط للتقدم الاقتصادي والاجتماعي	تأليف : د/ مجيد مسعود	يناير ١٩٨٤
٧٤ـ مشاريع الاستيطان اليهودي	تأليف : أمين عبدالله محمود	فبراير ١٩٨٤
٧٥ـ التصوير والحياة	تأليف : د/ محمد نبهان سويلم	مارس ١٩٨٤
٧٦ـ الموت في الفكر الغربي	ترجمة : كامل يوسف حسين مراجعة : د/ إمام عبدالفتاح	أبريل ١٩٨٤
٧٧ـ الشعر الإغريقي تراثا إنسانيا وعالميا	تأليف : د/ أحمد عتمان	مايو ١٩٨٤
٧٨ـ قضايا التبعية الإعلامية والثقافية	تأليف : د/ عواطف عبدالرحمن	يونيو ١٩٨٤
٧٩ـ مفاهيم قرآنية	تأليف : د/ محمد أحمد خلف الله	يوليو ١٩٨٤
٨٠ـ الزواج عند العرب (في الجاهلية والإسلام)	تأليف : د/ عبدالسلام الترمانيني	أغسطس ١٩٨٤
٨١ ـ الأدب اليوغسلافي المعاصر	تأليف : د/ جمال الدين سيد محمد	سبتمبر ١٩٨٤
٨٢ـ تشكيل العقل الحديث	ترجمة : شوقي جلال مراجعة : صدقي حطاب	أكتوبر ١٩٨٤
٨٣ـ البيولوجيا ومصير الإنسان	تأليف : د/ سعيد الحفار	نوفمبر ١٩٨٤
٨٤ـ المشكلة السكانية وخرافة المالتوسية	تأليف : د/ رمزي زكي	ديسمبر ١٩٨٤
٨٥ـ دول مجلس التعاون الخليجي ومستويات العمل الدولية	تأليف : د/ بدرية العوضي	يناير ١٩٨٥
٨٦ـ الإنسان وعلم النفس	تأليف : د/ عبدالستار إبراهيم	فبراير ١٩٨٥
٨٧ـ في تراثنا العربي الإسلامي	تأليف : د/ توفيق الطويل	مارس ١٩٨٥
٨٨ـ الميكروبات والإنسان	ترجمة : د/ عزت شعلان مراجعة : د/ عبدالرزاق العدواني، د/ سمير رضوان	أبريل ١٩٨٥
٨٩ـ الإسلام وحقوق الإنسان	تأليف : د/ محمد عماره	مايو ١٩٨٥
٩٠ـ الغرب والعالم (القسم الأول)	تأليف : كافين رايلي ترجمة : د/ عبدالوهاب المسيري، د/ هدى حجازي مراجعة : د/ فؤاد زكريا	يونيو ١٩٨٥
٩١ـ تربية اليسر وتخلف التنمية	تأليف : د/ عبدالعزيز الجلال	يوليو ١٩٨٥
٩٢ـ عقول المستقبل	ترجمة : د/ لطفي فطيم	أغسطس ١٩٨٥
٩٣ـ لغة الكيمياء عند الكائنات الحية	تأليف : د/ أحمد مدحت إسلام	سبتمبر ١٩٨٥
٩٤ـ النظام الإعلامي الجديد	تأليف : د/ مصطفى المصمودي	أكتوبر ١٩٨٥

٩٥ ـ تغيّر العالم	تأليف : د/ أنور عبدالملك	نوفبر ١٩٨٥
٩٦ ـ الصهيونية غير اليهودية	تأليف : ريجينا الشريف ترجمة : أحمد عبدالله عبدالعزيز	ديسمبر ١٩٨٥
٩٧ ـ الغرب والعالم (القسم الثاني)	تأليف : كافين رايلي ترجمة : د/ عبدالوهاب المسيري، د/ هدى حجازي مراجعة : د/ فؤاد زكريا	يناير ١٩٨٦
٩٨ ـ قصة الأنثروبولوجيا	تأليف : د/ حسين فهيم	فبراير١٩٨٦
٩٩ ـ الأطفال مرآة المجتمع	تأليف : د/ محمد عماد الدين إسماعيل	مارس ١٩٨٦
١٠٠ ـ الوراثة والإنسان	تأليف : د/ محمد علي الربيعي	أبريل ١٩٨٦
١٠١ ـ الأدب في البرازيل	تأليف : د/ شاكر مصطفى	مايو ١٩٨٦
١٠٢ ـ الشخصية اليهودية الإسرائيلية والروح العدوانية	تأليف : د/ رشاد الشامي	يونيو ١٩٨٦
١٠٣ ـ التنمية في دول مجلس التعاون	تأليف د/ محمد توفيق صادق	يوليو ١٩٨٦
١٠٤ ـ العالم الثالث وتحديات البقاء	تأليف جاك لوب ترجمة : أحمد فؤاد بلبع	أغسطس ١٩٨٦
١٠٥ ـ المسرح والتغير الاجتماعي في الخليج العربي	تأليف : د/ إبراهيم عبد الله غلوم	سبتمبر ١٩٨٦
١٠٦ ـ «المتلاعبون بالعقول»	تأليف : هربرت . أ . شيللر ترجمة : عبدالسلام رضوان	أكتوبر ١٩٨٦
١٠٧ ـ الشركات عابرة القومية	تأليف : د/ محمد السيد سعيد	نوفمبر ١٩٨٦
١٠٨ ـ نظريات التعلم (دراسة مقارنة) (الجزء الثاني)	ترجمة : د/ علي حسين حجاج مراجعة : د/ عطية محمود هنا	ديسمبر ١٩٨٦
١٠٩ ـ العملية الإبداعية في فن التصوير	تأليف : د/ شاكر عبدالحميد	يناير ١٩٨٧
١١٠ ـ مفاهيم نقدية	ترجمة : د/ محمد عصفور	فبراير ١٩٨٧
١١١ ـ قلق الموت	تأليف : د/ أحمد محمد عبدالخالق	مارس ١٩٨٧
١١٢ ـ العلم والمشتغلون بالبحث العلمي في المجتمع الحديث	تأليف : د/ جون . ب . ديكنسون ترجمة : شعبة الترجمة باليونسكو	أبريل ١٩٨٧
١١٣ ـ الفكر التربوي العربي الحديث	تأليف : د/ سعيد إسماعيل علي	مايو ١٩٨٧
١١٤ ـ الرياضيات في حياتنا	ترجمة : د/ فاطمة عبدالقادر الما	يونيو ١٩٨٧

١١٥ ـ معالم على طريق تحديث الفكر العربي	تأليف : د/ معن زيادة	يوليو ١٩٨٧
١١٦ ـ أدب أميركا اللاتينية قضايا ومشكلات (القسم الأول)	تنسيق وتقديم : سيزار فرناندث مورينو ترجمة : أحمد حسان عبدالواحد مراجعة : د/ شاكر مصطفى	أغسطس ١٩٨٧
١١٧ ـ الأحزاب السياسية في العالم الثالث	تأليف : د/ أسامة الغزالي حرب	سبتمبر ١٩٨٧
١١٨ ـ التاريخ النقدي للتخلف	تأليف : د/ رمزي زكي	أكتوبر ١٩٨٧
١١٩ ـ قصيدة وصورة	تأليف : د/ عبدالغفار مكاوي	نوفمبر ١٩٨٧
١٢٠ ـ سيكولوجية اللعب	تأليف : د/ سوزانا ميلر ترجمة : د/ حسن عيسى مراجعة : د/ محمد عماد الدين إسماعيل	ديسمبر ١٩٨٧
١٢١ ـ الدواء من فجر التاريخ إلى اليوم	تأليف : د/ رياض رمضان العلمي	يناير ١٩٨٨
١٢٢ ـ أدب أميركا اللاتينية (القسم الثاني)	تنسيق وتقديم : سيزار فرناندث مورينو ترجمة : أحمد حسان عبدالواحد مراجعة : د/ شاكر مصطفى	فبراير ١٩٨٨
١٢٣ ـ ثقافة الأطفال	تأليف : د/ هادي نعمان الهيتي	مارس ١٩٨٨
١٢٤ ـ مرض القلق	تأليف : د/ دافيد . ف . شيهان ترجمة : د/ عزت شعلان مراجعة : د/ أحمد عبدالعزيز سلامة	أبريل ١٩٨٨
١٢٥ ـ طبيعة الحياة	تأليف : فرانسيس كريك ترجمة : د/ أحمد مستجير مراجعة : د/ عبد الحافظ حلمي	مايو ١٩٨٨
١٢٦ ـ اللغات الأجنبية (تعليمها وتعلمها)	تأليف : د/ نايف خرما د/ علي حجاج	يونيو ١٩٨٨
١٢٧ ـ اقتصاديات الإسكان	تأليف: د/ إسماعيل إبراهيم درة	يوليو ١٩٨٨
١٢٨ ـ المدينة الإسلامية	تأليف : د/ محمد عبدالستار عثمان	أغسطس ١٩٨٨
١٢٩ ـ الموسيقا الأندلسية المغربية	تأليف: عبدالعزيز بن عبدالجليل	سبتمبر ١٩٨٨
١٣٠ ـ التنبؤ الوراثي	تأليف : د/ زولت هارسيناي ريتشارد هتون ترجمة : د/ مصطفى إبراهيم فهمي مراجعة : د/ مختار الظواهري	أكتوبر ١٩٨٨

العنوان	المؤلف	التاريخ
١٣١ ـ مقدمة لتاريخ الفكر العلمي في الاسلام	تأليف : د / أحمد سليم سعيدان	نوفمبر ١٩٨٨
١٣٢ ـ أوروبا والتخلف في أفريقيا	تأليف : د / والتر رودني ترجمة : د / أحمد القصير مراجعة : د / إبراهيم عثمان	ديسمبر ١٩٨٨
١٣٣ ـ العالم المعاصر والصراعات الدولية	تأليف : د / عبدالخالق عبدالله	يناير ١٩٨٩
١٣٤ ـ العلم في منظوره الجديد	تأليف : روبرت م . اغروس جورج ن . ستانسيو ترجمة : د / كمال خلايلي	فبراير ١٩٨٩
١٣٥ ـ العرب واليونسكو	تأليف : د / حسن نافعة	مارس ١٩٨٩
١٣٦ ـ اليابانيون	تأليف : إدوين رايشاور ترجمة : ليلى الجبالي مراجعة : شوقي جلال	أبريل ١٩٨٩
١٣٧ ـ الاتجاهات التعصبية	تأليف : د / معتز سيد عبدالله	مايو ١٩٨٩
١٣٨ ـ أدب الرحلات	تأليف : د / حسين فهيم	يونيو ١٩٨٩
١٣٩ ـ المسلمون والاستعمار الاوروبي لأفريقيا	تأليف : عبدالله عبدالرزاق ابراهيم	يوليو ١٩٨٩
١٤٠ ـ الانسان بين الجوهر والمظهر (نتملك أو نكون)	تأليف : إريك فروم ترجمة : سعد زهران مراجعة : د / لطفي فطيم	أغسطس ١٩٨٩
١٤١ ـ الأدب اللاتيني (ودوره الحضاري)	تأليف : د / أحمد عتمان	سبتمبر ١٩٨٩
١٤٢ ـ مستقبلنا المشترك	إعداد : اللجنة العالمية للبيئة والتنمية ترجمة : محمد كامل عارف مراجعة : علي حسين حجاج	أكتوبر ١٩٨٩
١٤٣ ـ الريف في الرواية العربية	تأليف : د / محمد حسن عبدالله	نوفمبر ١٩٨٩
١٤٤ ـ الإبداع العام والخاص	تأليف : الكسندرو روشكا ترجمة : د / غسان عبدالحي أبو فخر	ديسمبر ١٩٨٩
١٤٥ ـ سيكولوجية اللغة والمرض العقلي	تأليف : د / جمعة سيد يوسف	يناير ١٩٩٠
١٤٦ ـ حياة الوعي الفني (دراسات في تاريخ الصورة الفنية)	تأليف : غيورغي غانشف ترجمة : د / نوفل نيوف مراجعة : د / سعد مصلوح	فبراير ١٩٩٠
١٤٧ ـ الرأسمالية تجدد نفسها	تأليف : د / فؤاد مُرسي	مارس ١٩٩٠

العنوان	المؤلف / المترجم	التاريخ
١٤٨ ـ علم الأحياء والأيديولوجيا والطبيعة البشرية	تأليف : ستيفن روز وآخرين	أبريل ١٩٩٠
	ترجمة : د/ مصطفى إبراهيم فهمي	
	مراجعة : د/ محمد عصفور	
١٤٩ ـ ماهية الحروب الصليبية	تأليف : د/ قاسم عبده قاسم	مايو ١٩٩٠
١٥٠ ـ حاجات الإنسان الأساسية في الوطن العربي	(برنامج الأمم المتحدة للبيئة)	يونيو ١٩٩٠
«الجوانب البيئية والتكنولوجية والسياسية»	ترجمة : عبد السلام رضوان	
١٥١ ـ تجارة المحيط الهندي في عصر السيادة الإسلامية	تأليف : د/ شوقي عبد القوي عثمان	يوليو ١٩٨٩
١٥٢ ـ التلوث مشكلة العصر	تأليف : د/ أحمد مدحت إسلام	أغسطس ١٩٩٠

(ظهر هذا العدد في أغسطس ١٩٩٠، وانقطعت السلسلة بسبب العدوان الغاشم، ثم استؤنفت في شهر سبتمبر ١٩٩١ بالعدد ١٥٣)

العنوان	المؤلف / المترجم	التاريخ
١٥٣ ـ الكويت والتنمية الثقافية العربية	تأليف : د/ محمد حسن عبدالله	سبتمبر ١٩٩١
١٥٤ ـ النقطة المتحولة : أربعون عاما في استكشاف المسرح	تأليف : بيتر بروك	أكتوبر ١٩٩١
	ترجمة : فاروق عبدالقادر	
١٥٥ ـ مؤثرات عربية وإسلامية في الادب الروسي	تأليف : د/ مكارم الغمري	نوفمبر ١٩٩١
١٥٦ ـ الفصامي : كيف نفهمه ونساعده، دليل للأسرة والأصدقاء	تأليف : سيلفانو آرتي	ديسمبر ١٩٩١
	ترجمة : د/ عاطف أحمد	
١٥٧ ـ الاستشراق في الفن الرومانسي الفرنسي	تأليف : د/ زينات البيطار	يناير ١٩٩٢
١٥٨ ـ مستقبل النظام العربي بعد ازمة الخليج	تأليف : د/ محمد السيد سعيد	فبراير ١٩٩٢
١٥٩ ـ فكرة الزمان عبر التاريخ	ترجمة : فؤاد كامل عبدالعزيز	مارس ١٩٩٢
	مراجعة : شوقي جلال	
١٦٠ ـ ارتقاء القيم (دراسة نفسية)	تأليف : د/ عبداللطيف محمد خليفة	أبريل ١٩٩٢
١٦١ ـ أمراض الفقر (المشكلات الصحية في العالم الثالث)	تأليف : د/ فيليب عطية	مايو ١٩٩٢
١٦٢ ـ القومية في موسيقا القرن العشرين	تأليف : د/ سمحة الخولي	يونيو ١٩٩٢
١٦٣ ـ أسرار النوم	تأليف : الكسندر بوربلي	يوليو ١٩٩٢
	ترجمة : د/ أحمد عبدالعزيز سلامة	
١٦٤ ـ بلاغة الخطاب وعلم النص	تأليف : د/ صلاح فضل	أغسطس ١٩٩٢
١٦٥ ـ الفلسفة المعاصرة في أوربا	تأليف : إ.م. بوشنسكي	سبتمبر ١٩٩٢
	ترجمة : د/ عزت قرني	

١٦٦ـ الأمومة: نمو العلاقات بين الطفل والأم	تأليف: د/ فايز قنطار	أكتوبر ١٩٩٢
١٦٧ـ تاريخ الدراسات العربية في فرنسا	تأليف د/ محمود المقداد	نوفمبر ١٩٩٢
١٦٨ ـ بنية الثورات العلمية	تأليف : توماس كون ترجمة : شوقي جلال	ديسمبر ١٩٩٢
١٦٩ ـ تاريخ الكتاب (القسم الاول)	تأليف : د/ الكسندر ستيبشفيتش ترجمة : د/ محمد م. الأرناؤوط	يناير ١٩٩٣
١٧٠ ـ تاريخ الكتاب (القسم الثاني)	تأليف : د/ الكسندر ستيبشفيتش ترجمة : د/ محمد م. الأرناؤوط	فبراير ١٩٩٣
١٧١ ـ الأدب الأفريقي	تأليف : د/ علي شلش	مارس ١٩٩٣
١٧٢ ـ الذكاء الاصطناعي واقعه ومستقبله	تأليف: آلان بونيه ترجمة: د/ علي صبري فرغلي	أبريل ١٩٩٣
١٧٣ ـ المعتقدات الدينية لدى الشعوب	أشرف على التحرير جفري بارندر ترجمة : د/ إمام عبدالفتاح إمام مراجعة: د/ عبدالغفار مكاوي	مايو ١٩٩٣
١٧٤ ـ الهندسة الوراثية والأخلاق	تأليف: ناهدة البقصمي	يونيو ١٩٩٣
١٧٥ ـ سيكولوجية السعادة	تأليف : مايكل أرجايل ترجمة : د/ فيصل عبدالقادر يونس مراجعة : شوقي جلال	يوليو ١٩٩٣
١٧٦ ـ العبقرية والإبداع والقيادة	تأليف : دين كيث سايمنتن ترجمة : د/ شاكر عبدالحميد مراجعة : د/ محمد عصفور	أغسطس ١٩٩٣
١٧٧ ـ المذاهب الأدبية والنقدية عند العرب والغربيين	تأليف: د/ شكري محمد عياد	سبتمبر ١٩٩٣

سلسلة عالم المعرفة

عالم المعرفة سلسلة كتب ثقافية تصدر في مطلع كل شهر ميلادي عن المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ دولة الكويت ـ وقد صدر العدد الأول منها في شهر يناير عام ١٩٧٨ .

تهدف هذه السلسلة إلى تزويد القارىء بمادة جيدة من الثقافة تغطي جميع فروع المعرفة ، وكذلك ربطه بأحدث التيارات الفكرية والثقافية المعاصرة . ومن الموضوعات التي تعالجها تأليفاً وترجمة :

١ ـ الدراسات الإنسانية : تاريخ ـ فلسفة ـ أدب الرحلات ـ الدراسات الحضارية ـ تاريخ الافكار.

٢ ـ العلوم الاجتماعية : اجتماع ـ اقتصاد ـ سياسة ـ علم نفس ـ جغرافيا ـ تخطيط ـ دراسات استراتيجية ـ مستقبليات .

٣ ـ الدراسات الأدبية واللغوية : الأدب العربي ـ الآداب العالمية ـ علم اللغة .

٤ ـ الدراسات الفنية : علم الجمال وفلسفة الفن ـ المسرح ـ الموسيقا ـ الفنون التشكيلية والفنون الشعبية .

٥ ـ الدراسات العلمية : تاريخ العلم وفلسفته ، تبسيط العلوم الطبيعية (فيزياء ، كيمياء ، علم الحياة ، فلك) ـ الرياضيات التطبيقية (مع الاهتمام بالجوانب الإنسانية لهذه العلوم) والدراسات التكنولوجية . أما بالنسبة لنشر الأعمال الإبداعية ـ المترجمة أو المؤلفة ـ من شعر وقصة ومسرحية فأمر غير وارد في الوقت الحالي .

وتحرص سلسلة عالم المعرفة على ان تكون الأعمال المترجمة حديثة النشر.

وترحب السلسلة باقتراحات التأليف والترجمة المقدمة من المتخصصين، على أن تكون مصحوبة بنبذة وافية عن الكتاب وموضوعاته وأهميته ومدى جدته، وفي حالة الترجمة ترسل صفحة الغلاف والمحتويات، كما ترفق مذكرة بالفكرة العامة للكتاب. وفي جميع الحالات ينبغي إرفاق سيرة ذاتية لمقترح الكتاب تتضمن البيانات الرئيسية عن نشاطه العلمي السابق.

وفي حال الموافقة والتعاقد على الموضوع / المؤلف أو المترجم ـ تصرف مكافأة للمؤلف مقدارها ألف دينار كويتي، وللمترجم مكافأة بمعدل خمسة عشر فلسا عن الكلمة الواحدة في النص الأجنبي أو تسعمائة دينار أيهما أكثر بالإضافة إلى مائة وخمسين دينارا كويتياً مقابل تقديم المخطوطة ـ المؤلفة و المترجمة ـ من نسختين مطبوعتين على الآلة الكاتبة.



الاشتراك السنـوي : وهو مقصـور على الفئـات التاليـة :

● المؤسسات والهيئات داخل الكويت	١٠	دنـانير كـويتيـة
● المؤسسات والهيئات في الوطن العربي	١٢	دينـاراً كـويتيـا
● المؤسسات والهيئات خارج الوطن العربي	٨٠	دولار ا أمريكيـا
● الأفراد خارج الوطن العربي	٤٠	دولارا أميركيـا

الاشتراكات :

ترسل باسم الأمين العام للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب
ص . ب : ٢٣٩٩٦ الصفاة/ الكويت ـ 13100
برقيا : ثقف ـ تلكس : ٤٤٥٥٤ TLX. NO. 44554 NCCAL
فاكسميلي : ٤٨٧٣٦٩٤

طبع من هذا الكتاب أربعون ألف نسخة

مطابع السياسة ـ الكويت

هــذا الكتاب

يعتبر كتاب «الكون» أكثر الكتب العلمية الشعبية شهرة في العـالم؛ فقد تصدر طيلة سنـوات قائمـة أكثر الكتب رواجـا، وبيعت منـه خمسة مـلايين نسخة في ٨٠ بلدا. وتعود شهرة الكتاب إلى أن مؤلفه عالم الفلك الأميركي كارل ساغان «ينظر بعين إلى النجوم وبأخرى إلى التاريخ وبعين العقل إلى الطبيعة الإنسانية».

لقد أثـار الكتاب والبرنامج التلفـزيوني الذي استنـد إليه اهتمام عشرات الملايين حول العـالم ليس فقط بسبب أعاجيب الفضـاء التي يكشف عنها، بل أيضـا لقيمة أعمق المسائل العلمية المتعلقة بطبيعة الكـون وأصله وبالحياة والجنس البشري. وهو يـروي إلى ذلك قصـة الجهـود البشريـة الكبيرة في اكتشـاف الفضـــاء منـذ عصـور السـومـريين والفـراعنـة وسكـان الهنـد والصين والمكسيك القـدمـاء وحتى أحـدث النظريات عن الانفجار الكوني وتعدد الأكوان.

وكما قال أحـد المعلقين عن الكتاب «إنـه أشبه مـايكون بمنهج دراسي علمي في كلية ما، كان يودك أن تدرسـه، لكنك لم تستطع العثور على الأستاذ الذي يمكنه أن يعلمك إياه». وتضفي مساهمة المؤلف في برامج وكـالة الفضاء الأميركية لاستكشاف المريخ لمسات شخصية على الكتـاب الذي يبدو أقرب إلى أن يكـون دفتر ملاحظات ملاح «كوني». وهو يعلمنا أن «الكون لا يتسم بـالعظمة المذهلة فحسب، بل بقربه من إدراك النـاس الذين ولـدوا منـه وارتبط مصيرهم به . . . فـالأحـداث الإنسانيـة الكبرى والحوادث البسيطة تمامـا هي ذات جذور مـرتبطة بـالكون وكيفيـة نشوئه وهذا الكتاب مكرس لاكتشاف الأفق الكوني لحياة الناس وأرضهم».

سعر النسخة

البلد	السعر	البلد	السعر	البلد	السعر
الكويت	٧٥٠ فلسا	ليبيا	دينار واحد	اليمن	٨٠٠ فلس
السعودية	١٢ ريالا	المغرب	١٥ درهما	السودان	١٠ جنيهات
الأردن	دينار واحد	تونس	دينار ونصف	البحرين	دينار واحد
سوريا	٥٠ ليرة	الجزائر	٢٠ دينارا	قطر	١٠ ريالات
لبنان	٢٠٠٠ ليرة	مصر	جنيهان	عمان	ريال واحد
				الإمارات المتحدة	١٠ دراهم